

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Off nlegungsschrift**
⑩ **DE 195 09 504 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 195 09 504.9
㉑ Anmeldetag: 16. 3. 95
㉒ Offenlegungstag: 19. 9. 96

㉓ Int. Cl.⁸:
G 05 D 29/00
G 05 D 27/02
G 01 P 5/08
G 05 D 16/20
F 16 F 9/30
F 04 C 15/00
F 04 B 43/04

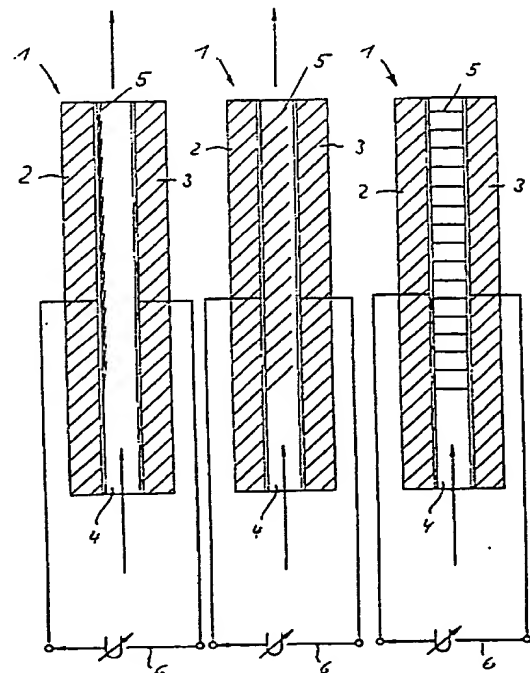
DE 195 09 504 A 1

㉔ Anmelder:
Carl Schenck AG, 64293 Darmstadt, DE

㉕ Erfinder:
Pohl, Andreas, 64823 Groß-Umstadt, DE

㉖ **Vorrichtung mit veränderbarem Strömungsquerschnitt**

㉗ Vorgeschlagen wird eine Vorrichtung mit veränderbarem Strömungsquerschnitt zur verschleißfreien Steuerung und Regelung elektrisch meßbarer, physikalischer Größen, wie Kraft, Weg, Geschwindigkeit, Durchfluß, Drehmoment, Dämpfung usw., die sich rasch ändern können. Die Vorrichtung weist einen Strömungskanal (1) auf, der durch zwei in definiertem Abstand zueinander angeordnete, elektrisch voneinander isolierte Wandungsteile (2, 3) gebildet wird, wobei auf einem Wandungsteil (2) eine Vielzahl von kurzen Haaren (5), Fäden, Folienstreifen oder dergleichen einzeln oder in Form eines Pelzes aufgebracht sind und die Wandungsteile (2, 3) mit den beiden Polen einer Spannungsquelle (6) verbindbar sind. Die Haare (5) werden mittels eines elektrostatischen oder elektromagnetischen Feldes aus einer Ruhelage, in der sie im wesentlichen parallel zur Strömungsrichtung ausgerichtet sind, in eine Sperrlage gebracht, in der sie mehr oder weniger quer zur Strömungsrichtung geneigt einstellbar sind.



DE 195 09 504 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit veränderbarem Strömungsquerschnitt zur Steuerung und Regelung elektrisch meßbarer physikalischer Größen, wie z. B. Kraft, Weg, Geschwindigkeit, Durchfluß, Drehmoment, Dämpfung, bei der die Größen in kurzer Zeit verändert werden können.

Für Ansteuerfrequenzen bis in den Kilohertzbereich hat man sich bereits die Eigenschaften elektro-rheologischer Flüssigkeiten zunutze gemacht. In einem elektrostatischen Feld verändern derartige Flüssigkeiten ihre Zähigkeit oder ihr Volumen in Abhängigkeit von der angelegten Spannung. Diese Effekte können technisch in vielfältiger Weise ausgenutzt werden (vergl. Fluid Mechanics — Soviet Research, Vol. 8, No. 4, July-August 1979).

Einer größeren Verbreitung von Vorrichtungen, bei denen elektro-rheologische Flüssigkeiten für Absperr- oder Pumpzwecke benutzt werden könnten, steht jedoch in der Praxis deren mangelnde Alterungsbeständigkeit und die Notwendigkeit einer permanenten Feinstfilterung entgegen. Außerdem sind die Flüssigkeiten nicht mit allen üblichen Konstruktionswerkstoffen kompatibel.

Es besteht somit die Aufgabe, für den angegebenen Zweck eine Alternative vorzuschlagen, bei der hohe Schaltfrequenzen möglich sind, ohne daß die erwähnten Einschränkungen und Nachteile berücksichtigt werden müssen.

Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß ein Strömungskanal im wesentlichen zwei in definiertem Abstand zueinander angeordnete, elektrisch voneinander isolierte Wandungsteile aufweist, daß auf wenigstens einem der Wandungsteile eine Vielzahl von beweglichen und/oder flexiblen Gebilden, wie Haare, Fasern, Fäden, Folienstreifen, Haargewebe oder dergleichen einzeln oder in Form eines Pelzes angebracht sind, daß die Wandungsteile mit den beiden Polen einer Spannungsquelle verbindbar sind und daß die Gebilde mittels eines elektrostatischen oder elektromagnetischen Feldes aus einer Ruhelage, in der die Gebilde im wesentlichen parallel zur Strömungsrichtung ausgerichtet sind, in eine Sperrlage bewegbar sind, in der sie im wesentlichen quer zur Strömungsrichtung angeordnet sind.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht eine elektrisch steuerbare Beeinflussung des Strömungswiderstands in einem durchströmten Raum in ähnlicher Weise, wie dies mit Hilfe des elektrorheologischen Effekts möglich ist, ohne daß es jedoch erforderlich ist, daß das den Raum durchströmende Fluid elektrorheologisch oder magnetorheologisch reagiert. Mit der Erfindung können daher zahlreiche elektrische oder elektromagnetische Vorrichtungen geschaffen werden, mit denen elektrisch meßbare Größen hydraulisch oder pneumatisch geregelt verändert werden können, wobei eine hohe Dynamik und Frequenzen bis in den Kilohertzbereich hinein erreichbar sind. Die Erfindung ermöglicht die Herstellung preiswerter Steuer- und Servoventile, die keine verschleißanfälligen Steuerkanten haben und bei denen auf eine Filterung des Fluids nahezu verzichtet kann.

Die bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Querschnittsveränderung eingesetzten Gebilde, wie Haare oder dergleichen haben eine sehr kleine Masse, können also sehr rasch den Änderungen der elektrostatischen bzw. elektromagnetischen Felder folgen. Sie

können gegebenenfalls in ihren Materialeigenschaften an die verschiedensten Fluide angepaßt werden, sind praktisch wartungs- und verschleißfrei und lassen sich mit einer Vielzahl von Konstruktionswerkstoffen verbinden.

Die Gebilde sind vorzugsweise mittels elastischer Kräfte in ihre Ruhestellung rückstellbar, wahlweise aber auch mittels elektrostatischer oder elektromagnetischer Felder. Die Haare oder dergleichen werden in Strömungsrichtung vorzugsweise über eine ausreichend lange Strecke und in ausreichender Dichte angeordnet, so daß in Sperrlage eine vollständige Schließung des Strömungskanals erreichbar ist. Durch Änderung der Stärke des elektrostatischen oder elektromagnetischen Feldes können die Gebilde in jede beliebige Zwischenlage zwischen Ruhe- und Sperrlage gebracht werden. Man kann auch drei oder mehr Wandungsteile vorsehen, die alternierend mit den beiden Polen einer Spannungsquelle verbindbar sind und so zwei oder mehr Strömungskanäle bilden. Die Wandungsteile können aus ebenen Platten bestehen, wobei die Strömungskanäle seitlich durch zwischengelegte Abstandshalter oder Wandungsteile begrenzt sind. Die Wandungsteilen können aber auch aus konzentrisch angeordneten rohrförmigen Wandungen bestehen, zwischen denen im Querschnitt ringförmige Kanäle ausgebildet sind. In allen Fällen ist es möglich, die Gebilde jeweils auf beiden, einen Strömungskanal bildenden Wandungsteilen anzuordnen. Man kann jedoch auch so vorgehen, daß die Gebilde nicht auf den Wandungsteilen sondern beidseitig auf einem äquidistant zu beiden Wandungsteilen eingesetzten besonderen Träger angeordnet sind. Dabei sind der Träger mit dem einen und die zugehörigen Wandungsteile mit dem anderen Pol einer Spannungsquelle verbindbar. Zur Steigerung der Effektivität können die Gebilde, wie Haare oder dergleichen auch tannenbaumartige Verzweigungen aufweisen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann für die verschiedensten Zwecke eingesetzt werden, bei denen es auf eine möglichst trägheits- und verschleißfreie Veränderung des Querschnitts eines Strömungskanals ankommt. Insbesondere kommt sie für elektrisch ansteuerbare Regelventile für gasförmige und flüssige Strömungsmedien in Betracht. Sie kann aber auch bei einem elektrisch ansteuerbaren Stoßdämpfer angewendet werden, wobei ein in einem Gehäuse geführter Kolben mit ein- oder beidseitig aus dem Gehäuse herausgeführter Kolbenstange mit dem einen und das Gehäuse mit dem anderen Pol einer Spannungsquelle verbindbar sind und wobei die Gebilde in einem kreisringförmigen Strömungskanal zwischen Kolben und Gehäuse angeordnet und entweder mit dem Kolben oder mit dem Gehäuse verbunden sind. Bei einer Abwandlung des Stoßdämpfers ist vorgesehen, daß die Gebilde auf Trägern angeordnet sind, die elektrisch und mechanisch mit dem Gehäuse verbunden sind und sich zentrisch in zylindrischen Durchgangskanälen erstrecken, die im Kolben ausgebildet sind. Bei einer anderen Abwandlung des Stoßdämpfers ist vorgesehen, daß der Kolben in an sich bekannter Weise im wesentlichen abdichtend im Gehäuse geführt ist, daß die Verdrängungsräume oberhalb und unterhalb des Kolbens über eine seitlich herausgeführte Bypaßleitung miteinander verbunden sind und daß in dieser Bypaßleitung ein elektrisch ansteuerbares Regelventil gemäß der Erfindung angeordnet ist.

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit besteht bei Tilgern oder Zweimassentilgern für Drehschwingungen mit einem geschlossenen zylindrischen Gehäuse

und einer damit federnd verbundenen Drehschwingmasse in Form eines Kolbens, wobei zwischen dem Kolben und der Wandung des Gehäuses in Umfangsrichtung alternierend Fluidräume und Dichtstrecken vorgesehen sind, der Kolben und das Gehäuse gegeneinander elektrisch isoliert und mit den Polen einer Spannungsquelle verbindbar sind und wobei die Dichtstrecken als elektrisch ansteuerbare Regelventile gemäß der Erfindung ausgebildet sind. Auch bei Tilgern oder Zweimassentilgern für Längsschwingungen kann die erfindungsgemäße Vorrichtung angewendet werden. Diese Tilger weisen ein geschlossenes zylindrisches Gehäuse und eine darin federnd aufgehängte Längsschwingmasse in Form eines Kolbens auf, wobei die Verdrängungsräume oberhalb und unterhalb des Kolbens durch einen kreiszylindrischen Verbindungskanal miteinander verbunden sind, der Kolben und das Gehäuse gegeneinander elektrisch isoliert und mit den Polen einer Spannungsquelle verbindbar sind und wobei der kreiszylindrische Verbindungskanal als elektrisch ansteuerbares Regelventil gemäß der Erfindung ausgeführt ist. Alternativ kann der Kolben des Längsschwingers auch als Hohlkolben mit einem zentralen, stabförmigen Träger ausgebildet und mit dem Gehäuse ein zylindrischer Träger verbunden sein. In diesem Fall sind alle konzentrisch zueinander angeordneten kreiszylindrischen Verbindungskanäle zwischen Gehäuse, Hohlkolben und Trägern als elektrisch ansteuerbare Regelventile gemäß der Erfindung ausgebildet. Bei einer weiteren Ausführungsform eines Längsschwingers ist vorgesehen, daß die Längsschwingmasse aus einem zentralen Träger und mehreren konzentrisch angeordneten Rohrabschnitten besteht, wobei der Träger und die Rohrabschnitte mechanisch miteinander verbunden, elektrisch voneinander isoliert und alternierend mit den Polen einer Spannungsquelle verbindbar sind und wobei die kreiszylindrischen Strömungskanäle zwischen dem Träger und den Rohrabschnitten als elektrisch ansteuerbares Regelventil gemäß der Erfindung ausgebildet sind.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann auch zum Aufbau eines Matrixventils für gasförmige oder flüssige Strömungsmedien benutzt werden. Dabei ist in einem Gehäuse mit Bodenplatte, Deckplatte und randseitigen Abschlußwänden durch senkrecht zu den Platten angeordnete Stege ein aus Kammern bestehendes Raster ausgebildet. Die Kammern sind über Durchtrittsöffnungen in den Stegen mit den jeweils benachbarten Kammern bzw. über Anschlußöffnungen in den Abschlußwänden mit einer Peripherie verbindbar, wobei jede Kammer einen oberen und unteren Wandabschnitt aufweist, die voneinander und von den Wandabschnitten der anderen Kammern isoliert und mit den Polen einer Spannungsquelle verbindbar sind und wobei alle Kammern als unabhängig voneinander ansteuerbare Regelventile gemäß der Erfindung ausgebildet sind.

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht bei einem Oszillator mit einem zylindrischen Gehäuse und einem darin abdichtend geführten Kolben mit ein- oder beidseitig aus dem Gehäuse herausgeführter Kolbenstange. Dabei sind die Verdrängungsräume oberhalb und unterhalb des Kolbens mit je einer Leitung für das Zubzw. Abführen eines Fluids ausgestattet und in den vier Leitungen ist je ein elektrisch ansteuerbares Regelventil gemäß der Erfindung vorgesehen.

Der Erfindungsgedanke läßt sich vorteilhaft auch bei einer Piezopumpe anwenden. Diese besitzt ein Gehäuse, das einen Verdrängungsraum umschließt, der mit je

einer Leitung für das Zu- und Abführen eines Fluids verbunden ist und in den der Stößel eines Piezotranslatorstapels hineinragt. In den beiden Leitungen ist je ein elektrisch ansteuerbares Regelventil gemäß der Erfindung vorgesehen.

Schließlich kann der Erfindungsgedanke auch bei einer Drehkolbenpumpe oder -motor angewendet werden, wobei der ein vorzugsweise zweiflügeliger Drehkolben in einer Gehäusekammer mit Boden- und Deckplatte sowie dazwischen ausgebildetem Verdrängungsraum antreibbar gelagert ist. Der Verdrängungsraum ist mit je einer Leitung für das Zu- und Abführen eines Fluids verbunden und im Bereich zwischen den beiden Leitungen in an sich bekannter Weise mit einer Abdichtung versehen. Boden- und Deckplatte sind voneinander elektrisch isoliert und mit den Polen einer Spannungsquelle verbindbar. Im Bereich der Abdichtung sind auf wenigstens einer der beiden Platten Haare oder dergleichen angeordnet, mit denen bei entsprechender Ansteuerung der Strömungswiderstand der Abdichtung einstellbar ist. Bei derartigen Drehkolbenpumpen kann in wenigstens einer der Leitungen für das Zu- und Abführen eines Fluids ein elektrisch ansteuerbares Regelventil gemäß der Erfindung vorgesehen werden.

Weitere Einzelheiten der Erfindung werden anhand von in den Fig. 1 bis 16 dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1a bis 1c einen Strömungskanal mit einseitig angebrachten Haaren in verschiedenen Betriebsstellungen,

Fig. 2a bis 2c einen Strömungskanal mit beidseitig angebrachten Haaren in verschiedenen Betriebsstellungen,

Fig. 3a bis 3c einen Strömungskanal mit verzweigten Haaren in verschiedenen Betriebsstellungen,

Fig. 4a bis 4c einen Strömungskanal mit mittig auf einem Träger angeordneten Haaren in verschiedenen Betriebsstellungen,

Fig. 5a bis 5c einen Strömungskanal mit mittig drehbar gehaltenen Haaren in verschiedenen Betriebsstellungen,

Fig. 6a und 6b einen Strömungskanal von kreisringförmigem Querschnitt mit einseitig angebrachten Haaren in verschiedenen Betriebsstellungen,

Fig. 7a und 7b einen Stoßdämpfer mit steuerbarem Dämpfungsspalt in zwei Betriebsstellungen,

Fig. 8a und 8b einen Stoßdämpfer mit in Dämpfungskanälen angeordneten Haarträgern in zwei Betriebsstellungen,

Fig. 9a und 9b einen Stoßdämpfer mit einem Bypass mit Haarträger in zwei Betriebsstellungen,

Fig. 10a und 10b einen regelbaren Drehtilger in zwei Ansichten,

Fig. 11a und 11b einen regelbaren Längstilger in zwei Betriebsstellungen,

Fig. 12a und 12b einen Längstilger mit Hohlkolben in zwei Betriebsstellungen,

Fig. 13a und 13b einen regelbaren Längstilger mit einem aus konzentrischen Rohrabschnitten gebildeten Kolben in zwei Betriebsstellungen,

Fig. 14a bis 14c ein Matrixventil in drei Ansichten,

Fig. 15 einen Oszillator,

Fig. 16 eine Piezopumpe und

Fig. 17a einen Schnitt A-A und 17b einen Schnitt B-B einer Drehkolbenpumpe.

Der in Fig. 1 im Schnitt dargestellte Strömungskanal 1 wird im wesentlichen von zwei Ebenen, gegeneinander isolierten Platten 2, 3 begrenzt und seitlich durch Ab-

standshalter 4 geschlossen. Auf der Platte 2 ist eine Vielzahl von Haaren 5 angebracht. Die Länge der Haare 5 entspricht dem Abstand der isolierten Platten 2, 3. Der Abstand der Haare 5 in Längsrichtung des Strömungskanals 1 ist deutlich kleiner als ihre Länge. Die Platten 2, 3 sind mit den Polen einer Spannungsquelle 6 verbunden. Beim Einschalten der Spannung wird zwischen den Platten 2, 3 je nach Ausführung als Kondensatorplatten oder Elektromagneten ein elektrostatisches oder elektromagnetisches Feld erzeugt, durch das die Haare 5 aus ihrer Ruhelage gemäß Fig. 1a über eine Zwischenlage, siehe Fig. 1b, bis in die Sperrlage gemäß Fig. 1c aufgerichtet werden. Je nach Größe der angelegten Spannung wird der Strömungskanal 1, mehr oder weniger gesperrt. Die Rückstellung der Haare in die Ruhelage erfolgt entweder nach Ausschalten der Spannung durch elastische Rückstellkräfte der Haare und/oder des Basismaterials, in das die Haare eingebunden sind, oder aber wiederum durch ein entgegengesetzt wirkendes elektrostatisches oder elektromagnetisches Feld.

Die Anordnung der Haare 5 ist so gewählt, daß die elektrostatische bzw. elektromagnetische Anziehung und Abstoßung zur Wirkung kommt. Die Haare selbst oder deren Basismaterial können auf Zug, Biegung, Torsion und Druck belastet werden, d. h. mittels eines äußeren elektrostatischen oder elektromagnetischen Feldes in einen elastisch verformten Zustand versetzt werden, aus dem sie bei Abschwächung oder Wegfall des Feldes selbsttätig in die Ruhelage zurückkehren. Sind solche "natürlichen" Rückstellkräfte nicht vorhanden oder nicht groß genug, kann man die Rückstellung auch mittels eines entsprechend ausgerichteten elektrostatischen oder elektromagnetischen Feldes bewirken bzw. unterstützen.

Der Strömungskanal 1 gemäß den Fig. 2a bis 2c unterscheidet sich vom Strömungskanal gemäß Fig. 1 nur dadurch, daß die Haare 5 nicht nur auf der Platte 2, sondern auf beiden Platten 2, 3 angebracht sind. Auf diese Weise kann bei gegebener Haarlänge ein breiterer Strömungsspalt gesperrt werden oder aber mit kürzeren Wegen und dementsprechend schneller die Sperrlage erreicht werden.

Die Fig. 3a bis 3c zeigen einen Strömungskanal 1 gemäß Fig. 1, jedoch mit tannenbaumartig verzweigten Haaren 5. Bei dieser Ausgestaltung der Haare 5 können in den Haaren Dipole gebildet werden. Diese Haare 5, die zwar als Gesamthaar anziehenden Kräfte unterliegen, sind mit Haaren umgeben, die gleichpolig aufgeladen sind und deswegen einander abstoßen. Dabei wird erreicht, daß die Haare 5 elektrisch aufgeplustert werden und auf diese Weise mit elektromagnetischen Feldern und Elektronenwolken bzw. elektromagnetischen Feldern und Magnetwolken den Strömungskanal für das Fluid unpassierbar machen oder das Durchströmen behindern.

Bei der Ausführungsform gemäß den Fig. 4a bis 4c sind die Haare 5 oder dergleichen nicht auf den Platten 2, 3 sondern auf einem gesonderten Träger 7 angeordnet, der sich in der Mitte zwischen den Platten 2, 3 erstreckt, gegen die Platten 2, 3 elektrisch isoliert und mit einem Pol einer Spannungsquelle 6 verbindbar ist. Die Platten 2, 3 sind mit dem anderen Pol der Spannungsquelle 6 verbindbar. Diese Version empfiehlt sich bei größeren Spaltbreiten sowie in Fällen, in denen es schwierig ist, die Platten 2, 3 gegeneinander zu isolieren.

Eine weitere Variante eines Strömungskanals 1 mit regelbarem Durchflußwiderstand ist in den Fig. 5a bis 5c gezeigt. Hierbei sind eine Vielzahl einzelner relativ

steifer Haare 5 in der Mitte zwischen den gegeneinander isolierten Platten 2, 3 um eine quer zur Strömungsrichtung verlaufende Drehachse schwenkbar auf Trägern 7 gehalten. Durch elastische Mittel werden die Haare 5 in der in Fig. 5a gezeigten Ruhestellung stabilisiert, in der sie sich im wesentlichen in der Mittelebene zwischen den Platten 2, 3 befinden. Durch Anlegen einer Spannung an die Platten 2, 3 mit Hilfe einer Spannungsquelle 6 lassen sich die Haare 5 in die in den Fig. 5b, 5c gezeigten Stellungen drehen, um dadurch den Durchflußwiderstand bis zu einem in der Stellung gemäß Fig. 5c erreichbaren Maximum zu erhöhen. Durch Reduzierung der angelegten Spannung kehrt sich der Vorgang wieder um.

In den Fig. 6a und 6b ist ein Strömungskanal 1 mit kreisringförmigem Querschnitt gezeigt, der von einer inneren Wandung 8 und einer äußeren Wandung 9 gebildet wird, wobei die Wandungen 8, 9 gegeneinander elektrisch isoliert und mit den Polen einer Spannungsquelle verbindbar sind. Die Haare 5 sind auf der inneren Wandung 8 angebracht und können mittels eines elektrostatischen und elektromagnetischen Feldes aus der Ruhelage gemäß Fig. 6a in eine Sperrlage Fig. 6b verstellt werden. Dabei wird der Strömungsquerschnitt in Abhängigkeit von der angelegten Spannung verkleinert oder vollständig gesperrt.

In den Fig. 7a, 7b ist ein Stoßdämpfer 10 dargestellt, der im wesentlichen aus einem geschlossenen Gehäuse 11 und einem darin beweglichen Kolben 12 mit beidseitig aus dem Gehäuse 11 herausgeführter Kolbenstange 13 besteht. Das Gehäuse 11 und der Kolben 12 mit der Kolbenstange 13 sind gegeneinander elektrisch isoliert und mit den Polen einer Spannungsquelle 6 verbunden. Auf der Mantelfläche des Kolbens 12 sind Haare 5 angebracht, die in der bereits beschriebenen Weise durch ein zwischen dem Kolben 12 und dem Gehäuse 11 erzeugbares elektrostatisches oder elektromagnetisches Feld aus der in Fig. 7a gezeigten Ruhelage in die gemäß Fig. 7b gebracht werden können, um so den zwischen dem Kolben 12 und dem Gehäuse 11 bestehenden kreisringförmigen Strömungsquerschnitt abzusperren können.

Bei dem Stoßdämpfer 10 gemäß den Fig. 8a, 8b ist der Kolben 12 gegenüber dem Gehäuse 11 abgedichtet. Anstelle eines kreisringförmigen Strömungskanals sind im Kolben 12 zwei oder mehr zylindrische Durchgangskanäle 15 ausgebildet, längs deren Mittelachse sich stabförmige Träger 14 erstrecken, die mit dem Gehäuse 11 mechanisch und elektrisch verbunden sind. Auf den Trägern 14 sind Haare 5 angeordnet, die sich beim Anlegen einer Spannung in den sich zwischen dem Kolben 12 und Trägern 14 ausbildenden elektrostatischen oder elektromagnetischen Feldern aus einer Ruhelage gemäß Fig. 8a in die Sperrlage gemäß Fig. 8b verstellen können.

Bei dem in den Fig. 9a, 9b gezeigten Stoßdämpfer 10 ist der Kolben ebenfalls 12 gegenüber dem Gehäuse 11 gedichtet. Die Verdrängungsräume 16 und 17 ober- und unterhalb des Kolbens 12 sind über eine Bypassleitung 18 miteinander verbunden, in der ein gegenüber dem Kolben 12 elektrisch isolierter Träger 14 angeordnet ist, auf dem Haare 5 oder dergleichen angebracht sind. Das zur Anstellung der Haare 5 erforderliche elektromagnetische bzw. elektrostatische Feld wird in diesem Fall zwischen der Wandung der Bypassleitung 18 und dem Träger 14 erzeugt, die dazu mit den beiden Polen einer Spannungsquelle 6 verbunden sind. Fig. 9a zeigt die Haare 5 in Durchgangsstellung und Fig. 9b zeigt sie in

Sperrstellung.

Fig. 10a zeigt einen Radialschnitt und Fig. 10b einen Axialschnitt eines Drehtilgers 19. Der Drehtilger 19 besteht aus einem zylindrischen Gehäuse 20 und einem Kolben 21, der über elastische Wände 22 am Gehäuse 20 befestigt ist, wobei das Gehäuse 20 und der Kolben 21 relativ zueinander Drehschwingungen ausführen können. Der Kolben 21 weist sekantenförmige Abtragungen auf, in deren Mitte die Wände 22 angeordnet sind. Zwischen den Abtragungen, dem Gehäuse 20 und den elastischen Wänden 22 sind Fluidräume 23 ausgebildet, die von in Umfangsrichtung benachbarten Fluidräumen 23 durch Dichtstrecken 24 getrennt sind. Das Gehäuse 20 und der Kolben 21 sind elektrisch gegeneinander isoliert und mit den Polen einer Spannungsquelle 6 verbindbar. Im Bereich der Dichtstrecken 24 sind am Kolben 21 (und/oder am Gehäuse 20) Haare 5 oder dergleichen angebracht, mittels derer der Strömungsquerschnitt zwischen zwei Fluidräumen 23 beeinflusst werden kann, wenn — wie bereits mehrfach beschrieben — eine Spannung angelegt wird. Durch gesteuertes Aufstellen oder Umlegen der Haare 5 kann das Dämpfungsverhalten des Drehtilgers 19 beeinflusst werden. Auf diese Weise wird ein preiswerter steuer- und regelbarer Tilger mit hoher Dynamik und weitem Frequenzband geschaffen.

Der in den Fig. 11a, 11b dargestellte Längstilger 25 besteht im wesentlichen aus einem zylindrischen Gehäuse 26 und einem darin konzentrisch und in Längsrichtung federnd gelagerten Kolben 27. Die Verdrängungsräume 28 und 29 an den Stirnflächen des Kolbens 27 sind über einen kreiszylindrischen Verbindungskanal 30 miteinander verbunden. Auf der Mantelfläche des Kolbens 27 sind Haare 5 angebracht, die mittels eines elektrostatischen oder elektromagnetischen Feldes aus einer in Fig. 11a gezeigten Ruhelage in eine in Fig. 11b gezeigte Sperrlage gebracht werden können, in der die Haare 5 aufgestellt sind und mit ihren Spitzen bis an die Innenwand des Gehäuses 26 reichen. Zum Bewegen der Haare 5 werden der Kolben 27 und das Gehäuse 26, die gegeneinander isoliert sind, mit den Polen einer Spannungsquelle 6 verbunden.

Bei dem Längstilger 31 gemäß den Fig. 12a, 12b ist ein Hohlkolben 32 mit einem zentralen Träger 23 und ein Gehäuse 34 mit einem zylindrischen Träger 35 vorgesehen. Auf diese Weise läßt sich bei gleichen Außenabmessungen ein längerer Verbindungskanal 36 mit einer entsprechend vergrößerten, mit Haaren 5 besetzten Dichtstrecke realisieren. Dargestellt ist wiederum die Ruhelage der Haare 5 in Fig. 12a und ihre Sperrlage in Fig. 12b. Das wirksame elektrostatische oder elektromagnetische Feld wird zwischen dem Hohlkolben 32 mit seinem zentralen Träger 33 und dem Gehäuse 34 mit seinem zylindrischen Träger 35 erzeugt, wenn diese gegeneinander isolierten Teile mit den Polen einer Spannungsquelle 6 verbunden werden.

Die Fig. 13a, 13b zeigen eine weitere Variante eines Längstilgers 37, dessen Kolben 38 einen zentralen Trägerstab 40 und zwei diesen coaxial umgebende, zylindrische Rohrabschnitte 39 aufweist. Die Rohrabschnitte 39 sind durch eine Scheibe mit dem Trägerstab verbunden und untereinander sowie gegenüber dem Trägerstab elektrisch isoliert. Zwischen den beiden Rohrabschnitten 39 sowie zwischen dem inneren Rohrabschnitt und dem Trägerstab sind als Verbindungskanäle dienende Ringräume vorgesehen, die mit Durchgangsöffnungen in der Scheibe in Verbindung stehen. Der Kolben 38 ist von einem zylindrischen Gehäuse 41 umgeben, an des-

sen Stirnwänden der Trägerstab 40 mit seinen beiden Enden federnd abgestützt ist. Zwischen dem äußeren Rohrabschnitt 39 und dem Gehäuse 41 ist ebenfalls ein freier Ringraum vorhanden. Auf den äußeren zylindrischen Mantelflächen der Rohrabschnitte 39 und dem Trägerstab 40 sind elektrisch aufrichtbare Haare 5 angebracht, die in ihrer in Fig. 13a gezeigten Ruhelage eine an ihre Befestigungsfläche angeschmiegte Lage einnehmen und dadurch einen freien Durchgang des Mediums zur Dämpfung der Kolbenschwingungen durch die Ringräume gestatten. Werden einander benachbarten Rohrabschnitte 39 und der Trägerstab 40 jeweils an entgegengesetzte Pole einer Spannungsquelle 6 angeschlossen und eine geeignete Spannung angelegt, so richten sich die Haare 5 in die Fig. 13b gezeigte Lage auf und sperren dadurch den Durchgang durch die von dem Kolben 38 gebildeten Ringräume ab. Durch intermittierendes Sperren des Durchgangs mit einer auf die Schwingungsfrequenz des Kolbens 38 abgestimmten Schaltfrequenz, läßt sich das Schwingungsverhalten des Längstilgers 37 in geeigneter Weise verändern.

In den Fig. 14a bis 14c ist ein Matrixventil dargestellt, bestehend aus einem Gehäuse 42 mit einer Bodenplatte 44, einer Deckplatte 43 und randseitigen Abschlußwänden 45. Senkrecht zu den Platten 43, 44 sind Stege 46 angeordnet, die ein Raster aus Kammern 47 bilden. Die Kammern 47 sind über Durchtrittsöffnungen 48 in den Stegen 46 mit den jeweils benachbarten Kammern 47 bzw. über Anschlußöffnungen 49 in den Abschlußwänden 45 mit einer Peripherie verbindbar. Jede Kammer 47 weist einen unteren und einen oberen Wandabschnitt 47a und 47b auf, die voneinander und von den Wandabschnitten der anderen Kammern 47 elektrisch isoliert und mit den Polen einer Spannungsquelle verbindbar sind. Die Wandabschnitte 47a und/oder 47b sind mit Haaren 5 oder dergleichen bestückt. Indem die Wandabschnitte 47a, 47b jeweils einer Kammer 47 mit einer Spannungsquelle verbunden werden, können die Haare 5 aus einer Ruhelage, in der sie umgelegt sind, in eine Sperrlage gebracht werden, in der die Haare 5 von den gegenüberliegenden Wandabschnitten 47b angezogen werden und so den Durchflußquerschnitt je nach Größe der Spannung U verengen oder im Extrem verschließen. Durch Anlegen geeigneter Spannungen $U_1 - U_n$ können innerhalb des Rasters aus den Kammern 47 eine Mehrzahl beliebiger Sperr- und Durchgangszustände erzeugt und beliebige Anschlußöffnungen 49 miteinander verbunden werden. In Fig. 14a sind am Beispiel eines Schaltzustands zwei Durchgangswege mit Pfeilen gekennzeichnet. Das beschriebene Matrixventil läßt das Mischen von Flüssigkeiten zu. Es kann digital angesteuert werden.

Ein Oszillator 50 gemäß Fig. 15 besteht aus einem zylindrischen Gehäuse 51 und einem darin abdichtend geführten Kolben 52 mit beidseitig herausgeführter Kolbenstange 53. Die Verdrängungsräume 54a und 54b oberhalb und unterhalb des Kolbens 52 sind mit je einer Leitung 55 bis 58 für die Zu- und Abfuhr eines Fluids ausgestattet. In jeder der Leitungen ist ein Regelventil 55a bis 58a vorgesehen. Die Regelventile sind jeweils mit einer Spannungsquelle 6 verbindbar und können getrennt angesteuert werden. In der Darstellung sind die Regelventile 55a und 58a geschlossen, während die Regelventile 56a und 57a geöffnet sind. Bei Zuführung eines Fluids wird der Kolben 52 nach oben verdrängt. Werden die Regelventile 55a bis 58a umgesteuert, wird der Kolben 52 nach unten verdrängt. Durch entsprechend zyklisches Umschalten der Regelventile 55a bis

58a kann der Kolben 52 in Schwingungen versetzt und die Kolbenstange 53 als Schwingantrieb benutzt werden.

In Fig. 16 ist eine Piezopumpe 59 mit zwei Piezotranslatorenstapeln 60, 61 dargestellt, deren Stößel 62, 63 in den Verdrängungsraum 64 eines Gehäuses 65 hineinragen. Der Verdrängungsraum 64 ist außerdem mit je einer Leitung 66, 67 für das Zu- und Abführen eines Fluids versehen. In jeder Leitung 66, 67 ist ein gegen das Gehäuse elektrisch isolierter Stab 68, 69 angeordnet. Die Innenwände der Leitungen 66, 67 und/oder die Stäbe 68, 69 sind mit Haaren 5 oder dergleichen besetzt, die aus einer Ruhelage (Leitung 66) in eine Sperrlage (Leitung 67) aufgerichtet werden können, wenn das Gehäuse 65 und die Stäbe 68, 69 mit den Polen einer Spannungsquelle 6 verbunden werden. Bei entsprechender Koordination der Steuerung der Haare 5 oder dergleichen mit der Anregung der Piezotranslatorenstapel 60, 61 wirken die Leitungen 66, 67 als Ansaug- und Auslassventile der Piezopumpe 59.

Die Fig. 17a und 17b zeigen eine Drehkolbenpumpe 70, die vier ringförmige Gehäusekammern 71 mit Boden- und Deckplatten 71a, 71b und je einem zweiflügeligen Drehkolben 72 besitzt, der über eine Welle 73 antreibbar ist. Die Gehäusekammern 71 haben in einem Umfangsabstand von 90° je einen Leitungsanschluß 75, 76 für das Zu- und Abführen eines Fluids. Zwischen den beiden Leitungsanschlüssen 75, 76 ist jeweils eine steuerbare Abdichtung 77 vorgesehen, die aus Haaren 5 oder dergleichen besteht, die in einer Vertiefung 79 der Bodenplatten 71b angebracht sind. Die Platten 71a, 71b sind durch Zwischenlagen 74 elektrisch gegeneinander isoliert und mit den beiden Polen einer Spannungsquelle 6 verbindbar. In der Leitung 76 für das Abführen des Fluids ist ein elektrisch ansteuerbares Regelventil 78 der zuvor beschriebenen Art vorgesehen.

Bei einer Rotation des Drehkolbens 72 in Pfeilrichtung wird über den Leitungsanschluß 75 ein Fluid angesaugt und über den Leitungsanschluß 76 ausgestoßen, wenn die Haare 5 der Abdichtung 77 durch Anlegen einer Spannung in Sperrstellung aufgerichtet sind. Dabei ist das Regelventil 78 geöffnet. Um einen konstanten Förderstrom zu erhalten, sind die vier Drehkolben 72 jeweils um 90° gegeneinander versetzt.

Liegt keine Spannung an, nehmen die Haare 5 eine Ruhestellung ein, in der sie sich in der Vertiefung 79 in der Bodenplatte 71b befinden, so daß der Flügel des Drehkolbens 72 die Abdichtung 77 ungehindert passieren kann. Während ein Drehkolben 72 eine Abdichtung 77 passiert, wird das Regelventil 78 geschlossen und verhindert dadurch ein Zurückströmen des geförderten Fluids. Wird die Abdichtung 77 länger offen gehalten, als es für das Passieren des Drehkolbens 72 erforderlich ist, so kann dadurch der wirksame Hub der Drehkolbenpumpe 70 und damit die Fördermenge sehr schnell verändert werden.

Die Drehkolbenpumpe 70 kann auch als Motor eingesetzt werden, indem über den Leitungsanschluß 75 ein Fluid mit einem höheren Druck zugeführt und über den Leitungsanschluß 76 mit einem niederen Druck abgeführt wird.

Patentansprüche

1. Vorrichtung mit veränderbarem Strömungsquerschnitt zur Steuerung und Regelung elektrisch meßbarer physikalischer Größen z. B. Kraft, Weg, Geschwindigkeit, Durchfluß, Drehmoment, Dämp-

fung, die sich rasch ändern können, dadurch gekennzeichnet, daß ein Strömungskanal (1) im wesentlichen durch zwei in definiertem Abstand zueinander angeordnete, elektrisch voneinander isolierte Wandungsteile (2, 3) gebildet wird, daß auf einem der Wandungsteile (2) eine Vielzahl von kurzen Haaren, Fäden, Folienstreifen, Geweben oder dergleichen (5) einzeln oder in Form eines Pelzes angebracht sind, daß die Wandungsteile (2, 3) mit den beiden Polen einer Spannungsquelle (6) verbindbar sind und daß die Haare (5) oder dergleichen mittels eines elektrostatischen oder elektromagnetischen Feldes aus einer Ruhelage, in der die Haare, Fäden, Folienstreifen, Gewebe oder dergleichen im wesentlichen parallel zur Strömungsrichtung ausgerichtet sind, in eine Sperrlage bewegbar sind, in der sie quer zur Strömungsrichtung angeordnet sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Haare (5), Gewebe oder dergleichen mittels elastischer Kräfte in ihre Ruhelage rückstellbar sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Haare (5), Gewebe oder dergleichen mittels eines elektrostatischen oder elektromagnetischen Feldes in ihre Ruhelage rückstellbar sind.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Haare (5), Gewebe oder dergleichen in Strömungsrichtung über eine ausreichend lange Strecke mit ausreichender Dichte angeordnet sind, so daß in Sperrlage eine vollständige Schließung des Strömungskanals (1) erreichbar ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Haare (5), Gewebe oder dergleichen durch Änderung der Stärke des elektrostatischen oder elektromagnetischen Feldes in jede beliebige Zwischenlage zwischen Ruhe- und Sperrlage gebracht werden können.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß durch drei oder mehr Wandungsteile (2, 3), die alternierend mit den beiden Polen einer Spannungsquelle (6) verbindbar sind, zwei oder mehr Strömungskanäle (1) gebildet sind.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandungsteile aus ebenen Platten (2, 3) bestehen und daß die Strömungskanäle (1) seitlich durch zwischengelegte Abstandshalter (4) oder Wandungsteile begrenzt sind.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandungsteile aus konzentrisch angeordneten rohrförmigen Wandungen (8, 9) bestehen, zwischen denen ringförmige Strömungskanäle (1) ausgebildet sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Haare (5) oder dergleichen jeweils auf beiden, einen Strömungskanal (1) bildenden Wandungsteilen (2, 3, 8, 9) angeordnet sind.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, jedoch mit der Maßgabe, daß die Haare (5) oder dergleichen nicht auf den Wandungsteilen (2, 3) sondern beidseitig auf einem äquidistant zu beiden Wandungsteilen (2, 3) eingesetzten besonderen Träger (7) angeordnet sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (7) mit dem einen und die zugehörigen Wandungsteile (2, 3) mit dem anderen Pol einer Spannungsquelle (6) verbindbar sind.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Haare (5) oder dergleichen tannenbaumartige Verzweigungen aufweisen.

13. Anwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12 bei einem elektrisch ansteuerbaren Regelventil für gasförmige und flüssige Strömungsmedien.

14. Anwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12 bei einem elektrisch ansteuerbaren Stoßdämpfer (10), wobei ein in einem Gehäuse (11) geführter Kolben (12) mit ein- oder beidseitig aus dem Gehäuse herausgeführter Kolbenstange (13) mit dem einen und das Gehäuse (11) mit dem anderen Pol einer Spannungsquelle (6) verbindbar sind und wobei die Haare (5) oder dergleichen in einem kreisringförmigen Strömungskanal (1) zwischen Kolben (12) und Gehäuse (11) angeordnet und entweder mit dem Kolben (12) und/oder mit dem Gehäuse (11) verbunden sind.

15. Stoßdämpfer nach Anspruch 14, jedoch mit der Maßgabe, daß die Haare (5) oder dergleichen auf Trägern (14) angebracht sind, die elektrisch und mechanisch mit dem Gehäuse (11) verbunden sind und sich zentrisch in zylindrischen Durchgangskanälen (15) erstrecken, die im Kolben (12) ausgebildet sind.

16. Anwendung eines Regelventils nach Anspruch 13 bei einem Stoßdämpfer (10), bei dem der Kolben (12) in an sich bekannter Weise im wesentlichen abdichtend im Gehäuse (11) geführt ist, bei dem die Verdrängungsräume (16, 17) oberhalb und unterhalb des Kolbens (12) über eine seitlich herausgeführte Bypassleitung (18) miteinander verbunden sind und bei dem in dieser Bypassleitung (18) das elektrisch ansteuerbare Regelventil gemäß Anspruch 12 angeordnet ist.

17. Anwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12 bei Tilgern (19) für Drehschwingungen oder Zweimassentilgern mit einem geschlossenen zylindrischen Gehäuse (20) und einer damit federnd verbundenen Drehschwingmasse in Form eines Kolbens (21), dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (21) und das Gehäuse (20) gegeneinander elektrisch isoliert und mit den Polen einer Spannungsquelle (6) verbindbar sind und zwischen Kolben (21) und Wandung des Gehäuses (20) in Umfangsrichtung alternierend Fluidräume (23) und Dichtstrecken (24) vorgesehen sind, die elektrisch oder elektromagnetisch aus einer Ruhelage in eine Sperrlage bewegbare Haare (5) oder dergleichen aufweisen.

18. Anwendung einer Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 2 bei Tilgern (25) für Längsschwingungen oder Zwei-Massentilgern mit einem geschlossenen zylindrischen Gehäuse (26) und einer darin federnd aufgehängten Längsschwingmasse in Form eines Kolbens (27), dadurch gekennzeichnet, daß die Verdrängungsräume (28, 29) an den Stirnflächen des Kolbens (27) durch einen kreiszylindrischen Verbindungskanal (30) miteinander verbunden sind, der Kolben (27) und das Gehäuse (26) gegeneinander elektrisch isoliert und mit den Polen

einer Spannungsquelle (6) verbindbar sind und daß die Haare (5) oder dergleichen in dem kreiszylindrischen Verbindungskanal (30) angeordnet und mit dem Kolben (27) und/oder dem Gehäuse (26) verbunden sind.

19. Tilger (31) für Längsschwingungen oder Zweimassentilger nach Anspruch 18, jedoch mit der Maßgabe, daß der Kolben als Hohlkolben (32) mit einem zentralen Träger (33) ausgebildet ist, daß mit dem Gehäuse (34) ein hohlzylindrischer Träger (35) verbunden ist, der konzentrisch in den Hohlkolben (32) hineinragt, wobei zwischen dem Gehäuse (34), dem Hohlkolben (32) und Trägern (33, 35) kreiszylindrische Verbindungskanäle (37) mit Haaren (5) oder dergleichen ausgebildet sind.

20. Tilger (37) für Längsschwingungen oder Zweimassentilger nach Anspruch 18, jedoch mit der Maßgabe, daß die Längsschwingmasse aus einem zentralen Träger (40) und mehreren konzentrisch angeordneten Rohrabchnitten (39) besteht, wobei der Träger (40) und die Rohrabchnitt (39) mechanisch miteinander verbunden, elektrisch voneinander isoliert und alternierend mit den Polen einer Spannungsquelle (6) verbindbar sind und wobei in den kreiszylindrischen Verbindungskanälen zwischen dem Träger (40) und den Rohrabchnitten (39) die Haare (5) oder dergleichen vorgesehen sind.

21. Anwendung einer Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 12 zum Aufbau eines Matrixventils (42) für gasförmige und flüssige Strömungsmedien, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Gehäuse mit Bodenplatte (44), Deckplatte (43) und randseitigen Abschlußwänden (45) durch senkrecht zu den Platten (43, 44) angeordnete Stege (46) ein aus Kammern (47) bestehendes Raster ausgebildet ist, die über Durchtrittsöffnungen (48) in den Stegen (46) mit den jeweils benachbarten Kammern (47) bzw. über Anschlußöffnungen (49) in den Abschlußwänden (45) mit einer Peripherie verbindbar sind, wobei jede Kammer (47) einen oberen und unteren Wandabschnitt (47a, 47b), aufweist, die voneinander und von den Wandabschnitten der anderen Kammern isoliert und mit den Polen einer Spannungsquelle (6) verbindbar sind und wobei die oberen und/oder die unteren Wandabschnitte (47a, 47b) der Kammern (47) mit den Haaren (5) oder dergleichen versehen sind.

22. Anwendung eines Regelventils nach Anspruch 13 bei einem Oszillator (50) mit einem zylindrischen Gehäuse (51) und einem darin abdichtend geführten Kolben (52) mit ein- oder beidseitig aus dem Gehäuse (51) herausgeführter Kolbenstange (53) wobei die Verdrängungsräume (54a, 54b) an den Stirnseiten des Kolbens (52) mit je einer Leitung (55 bis 58) für das Zu- bzw. Abführen eines Fluids ausgestattet sind und wobei das elektrisch ansteuerbare Regelventil (55a bis 58a) jeweils in den vier Leitungen (55 bis 58) vorgesehen ist.

23. Anwendung eines Regelventils nach Anspruch 13 bei einer Piezopumpe (59) mit einem Gehäuse (65), das einen Verdrängungsraum (64) umschließt, der mit je einer Leitung (66, 67) für das Zu- und Abführen eines Fluids verbunden ist und in den der Stoßel (62) eines Piezotranslatorstapels (60, 61) hineinragt, wobei das elektrisch ansteuerbare Regelventil jeweils in den beiden Leitungen (66, 67) vorgesehen ist.

24. Anwendung einer Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 4 bei einer Drehkolbenpumpe (70) oder einem Drehkolbenmotor, bei der bzw. dem ein vorzugsweise zweiflügeliger Drehkolben (72) in einer einen Verdrängungsraum bildenden Gehäusekammer (71) mit Boden- und Deckplatte (71a, 71b) antreibbar gelagert ist, wobei die Gehäusekammer (71) mit je einer Leitung (75, 76) für das Zu- und Abführen eines Fluids verbunden und im Bereich zwischen den beiden Leitungen (75, 76) in an sich bekannter Weise eine Abdichtung (77) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß Boden- und Deckplatte (71a, 71b) voneinander elektrisch isoliert und mit den Polen einer Spannungsquelle (6) verbindbar sind und daß im Bereich der Abdichtung (77) auf wenigstens einer der beiden Platten (71a, 71b) Haare (5) oder dergleichen angeordnet sind, mittels der die Abdichtung (77) in eine Offenstellung und eine Sperrstellung steuerbar ist.

25. Drehkolbenpumpe nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß in wenigstens einer Leitung (75, 76) für das Zu- und Abführen des Fluids ein elektrisch ansteuerbares Regelventil (78) gemäß Anspruch 13 vorgesehen ist.

Hierzu 18 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1 a

FIG. 1 b

FIG. 1 c

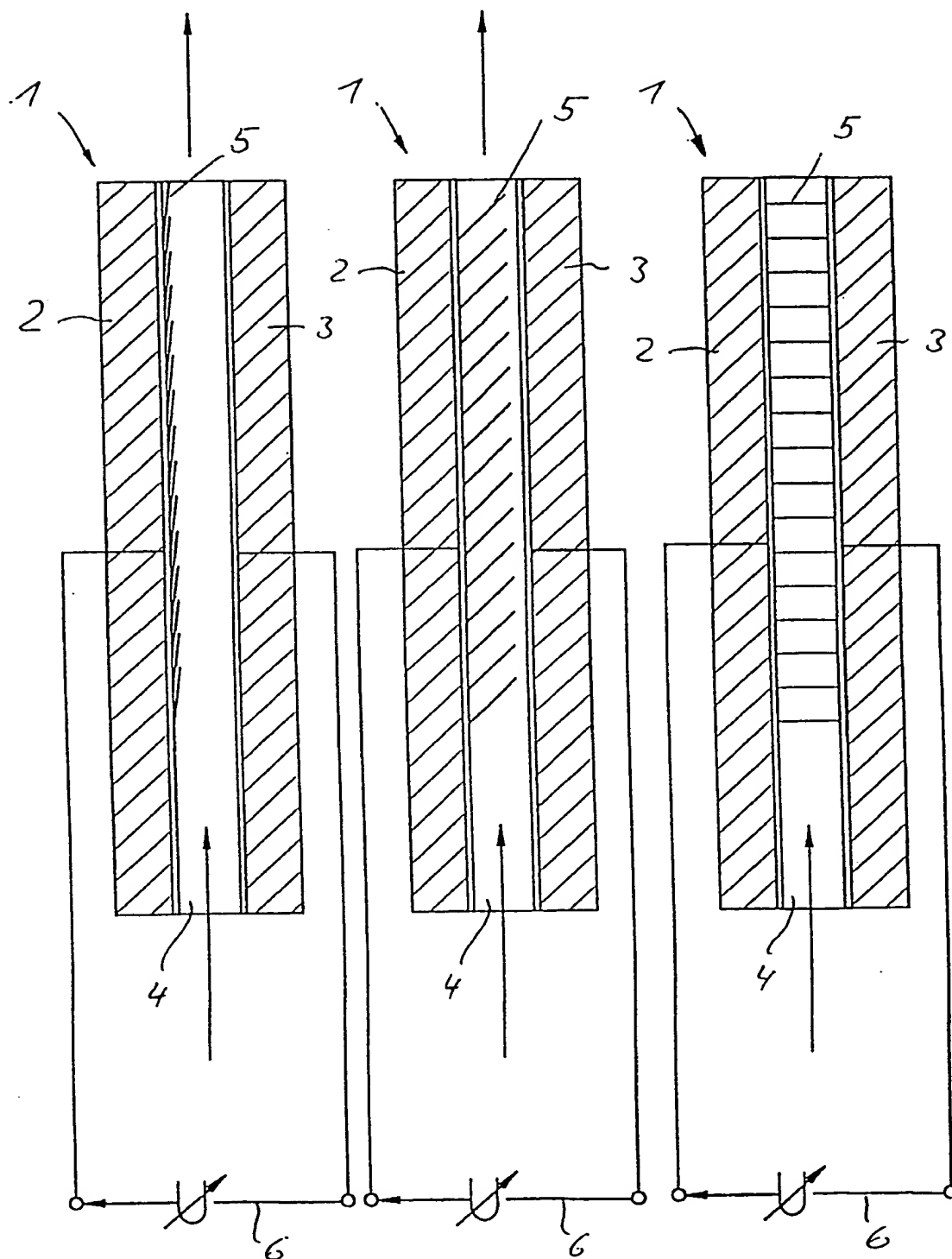


FIG. 2 a

FIG. 2 b

FIG. 2 c

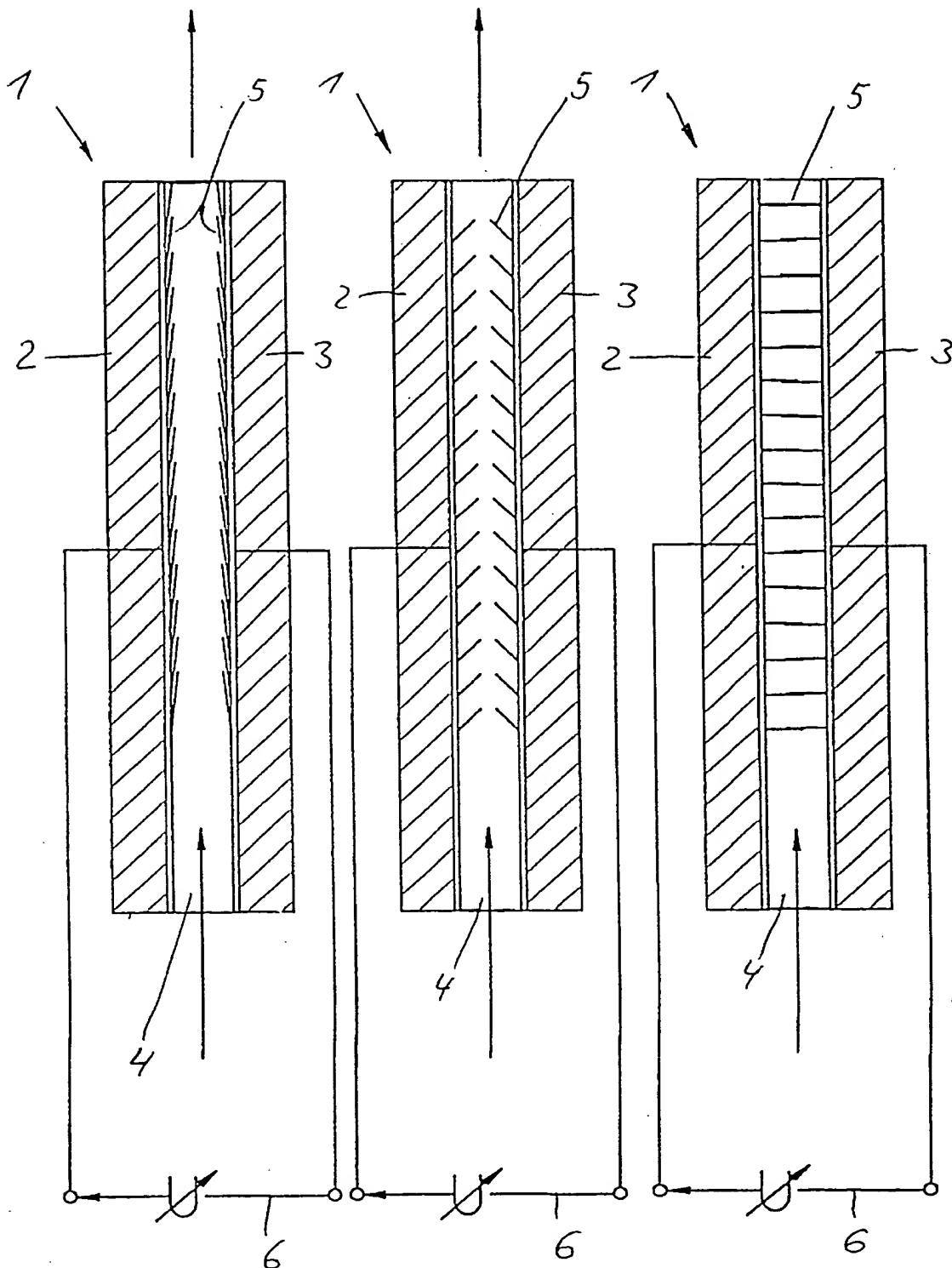


FIG. 3 a

FIG. 3 b

FIG. 3 c

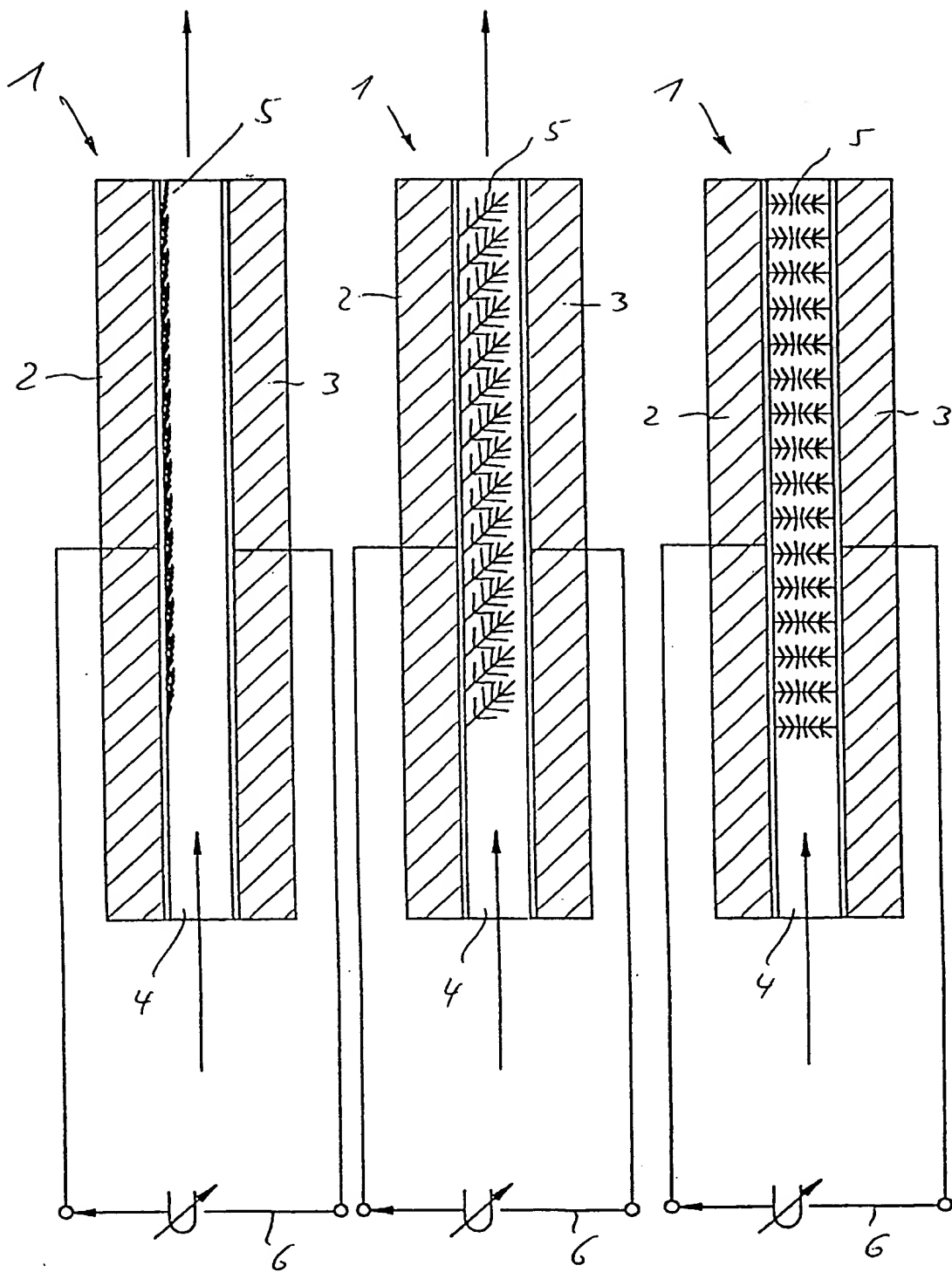


FIG. 4 a

FIG. 4 b

FIG. 4 c

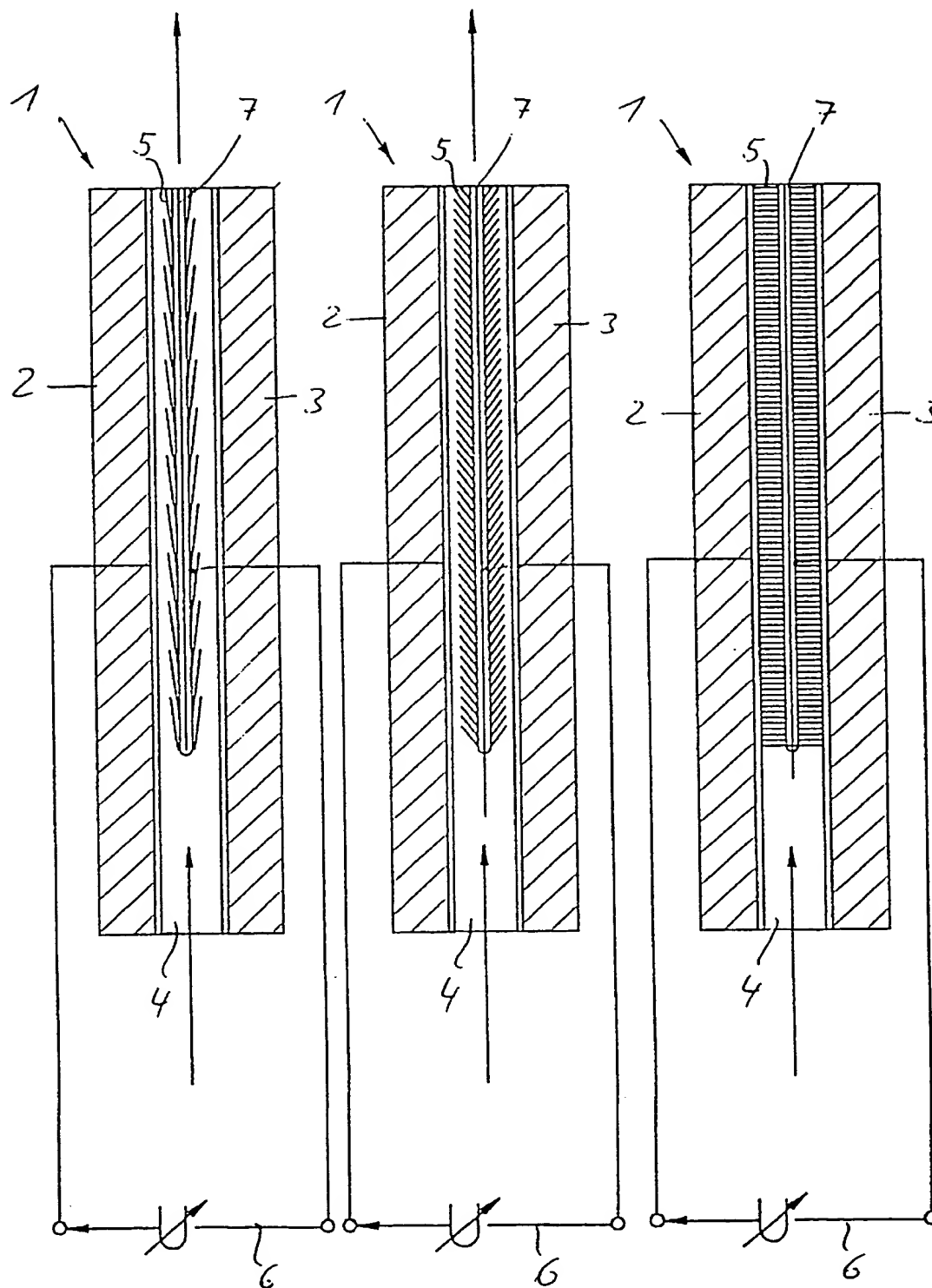


FIG. 5 a

FIG. 5 b

FIG. 5 c

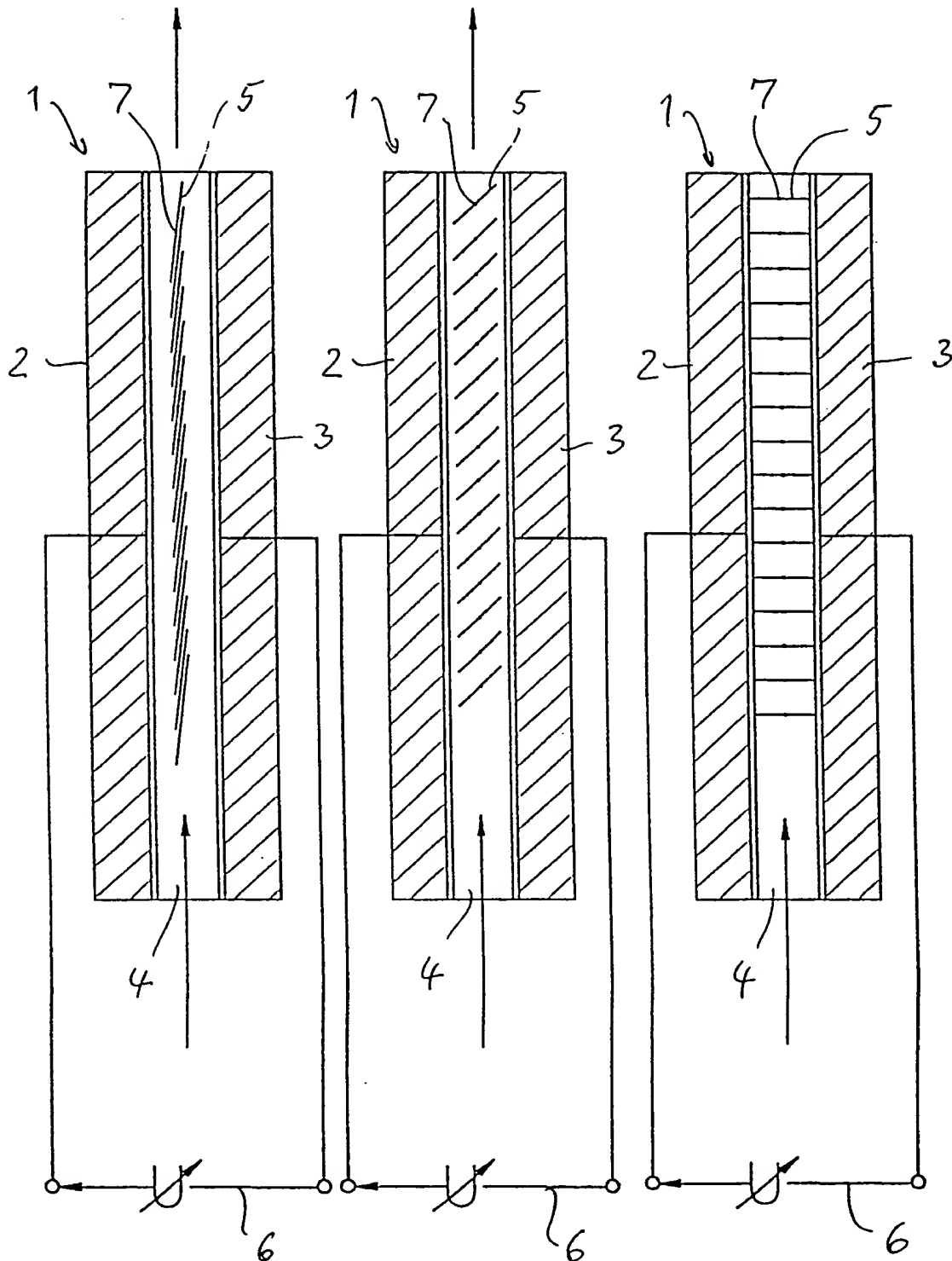


FIG. 6 a

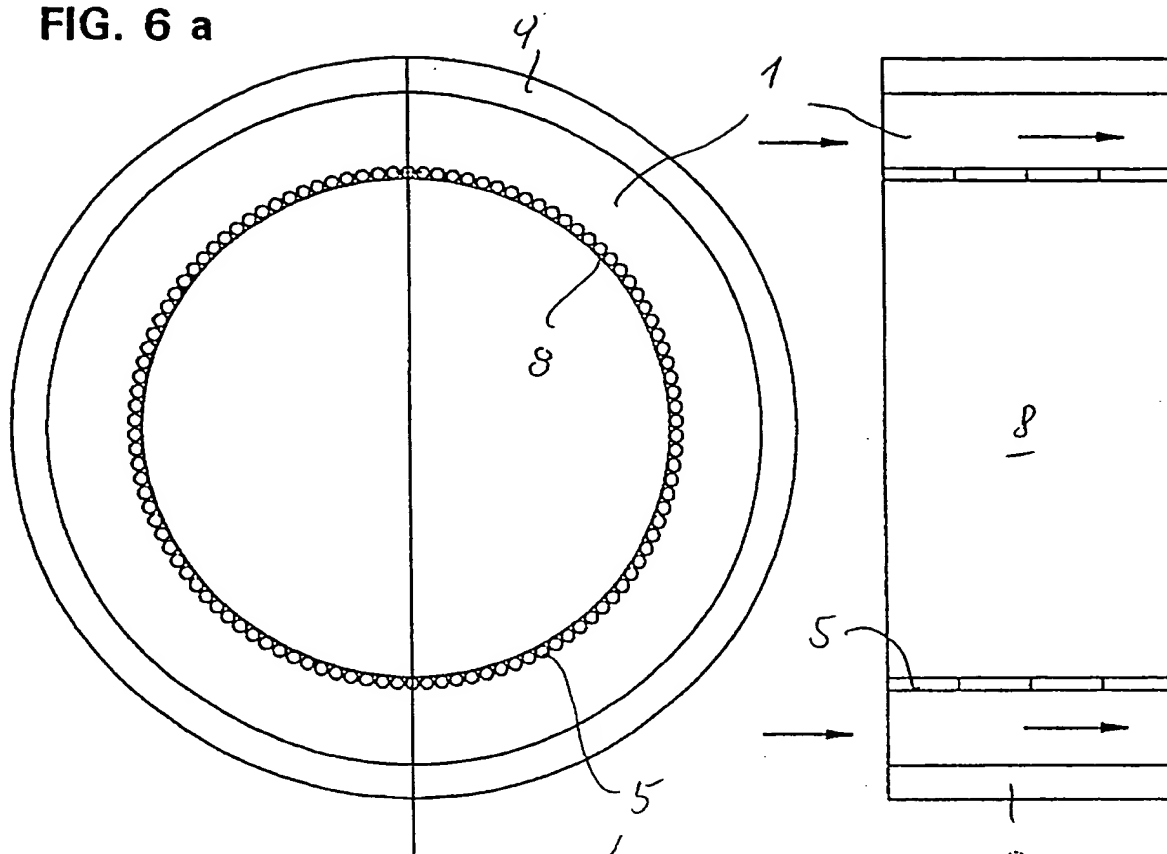


FIG. 6 b

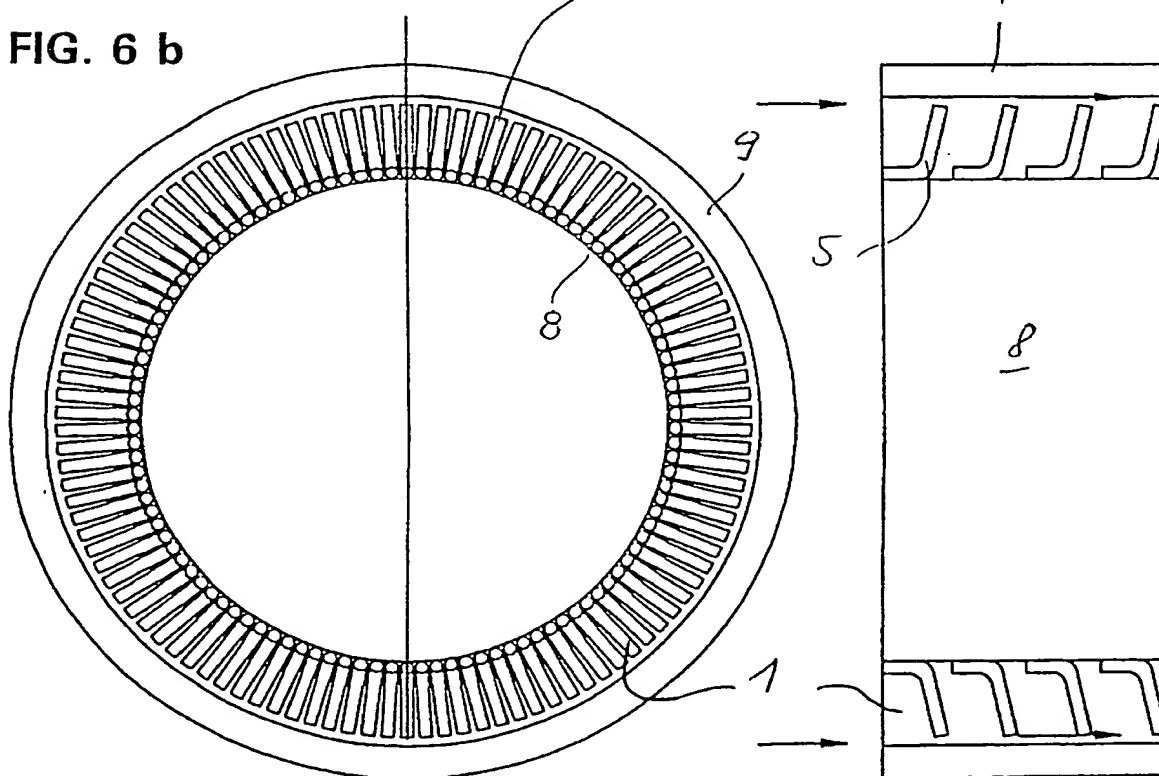


FIG. 7 b

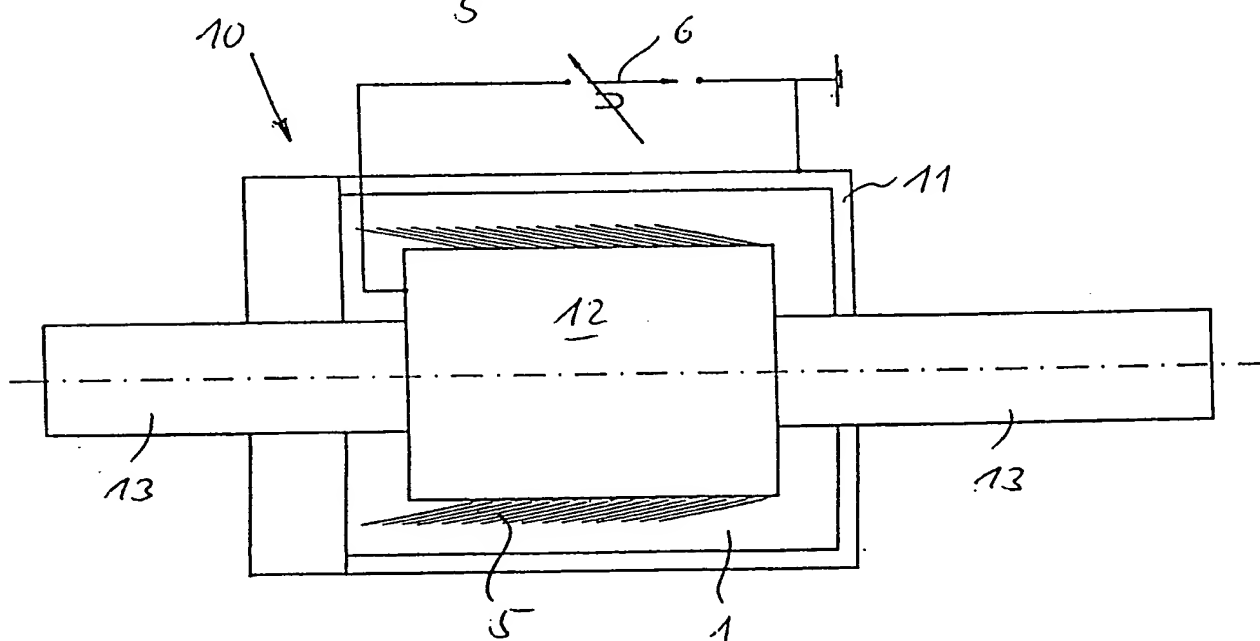
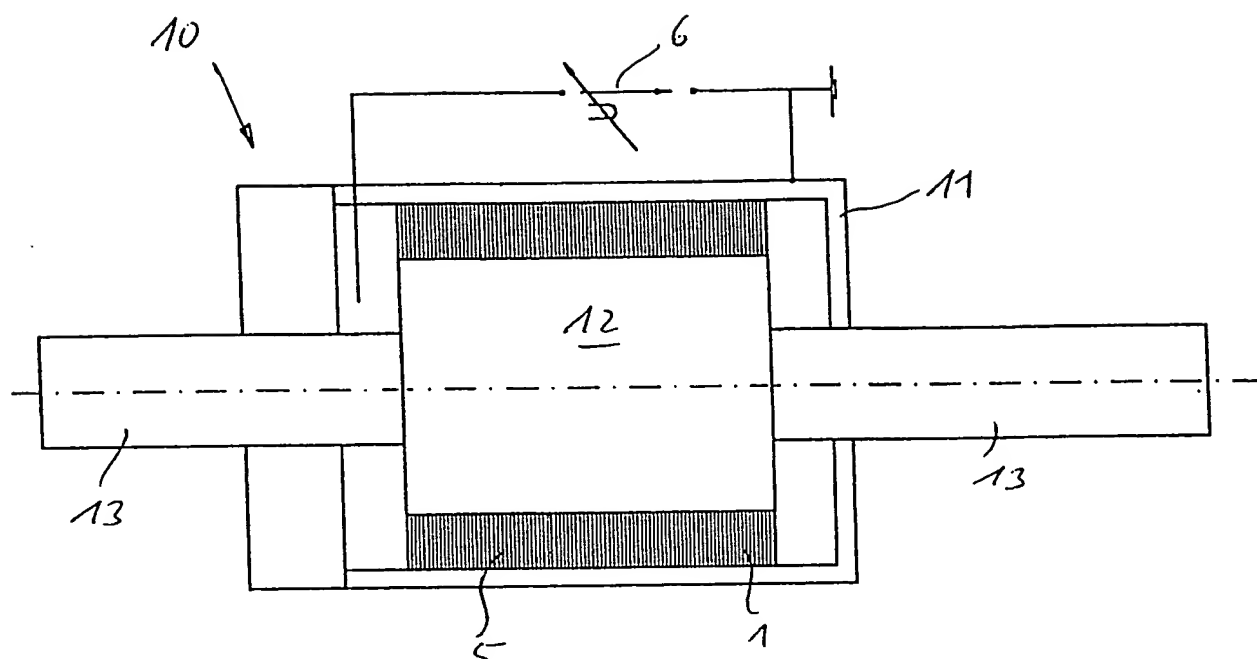


FIG. 7 a

FIG. 8 b

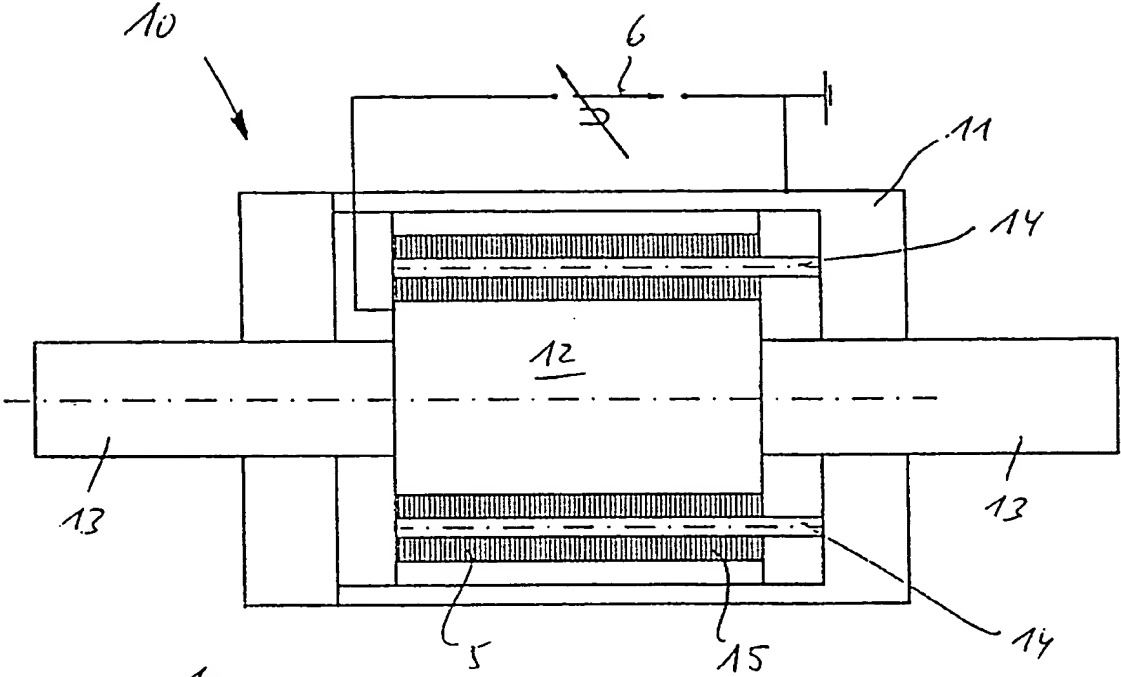


FIG. 8 a

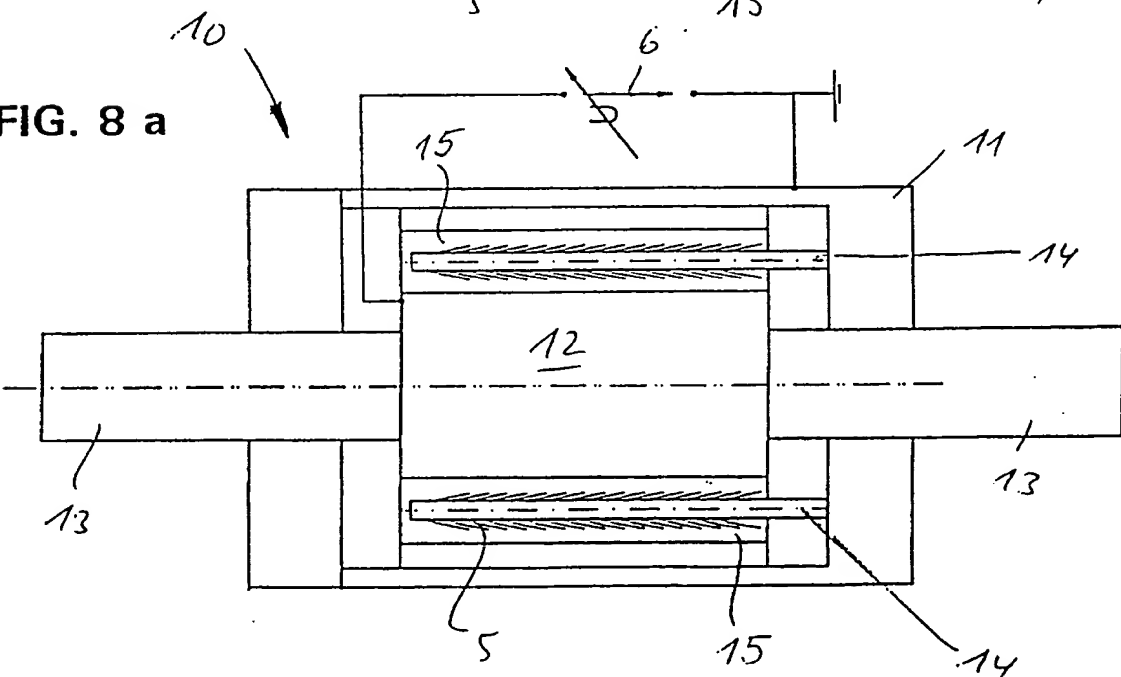


FIG. 9 b

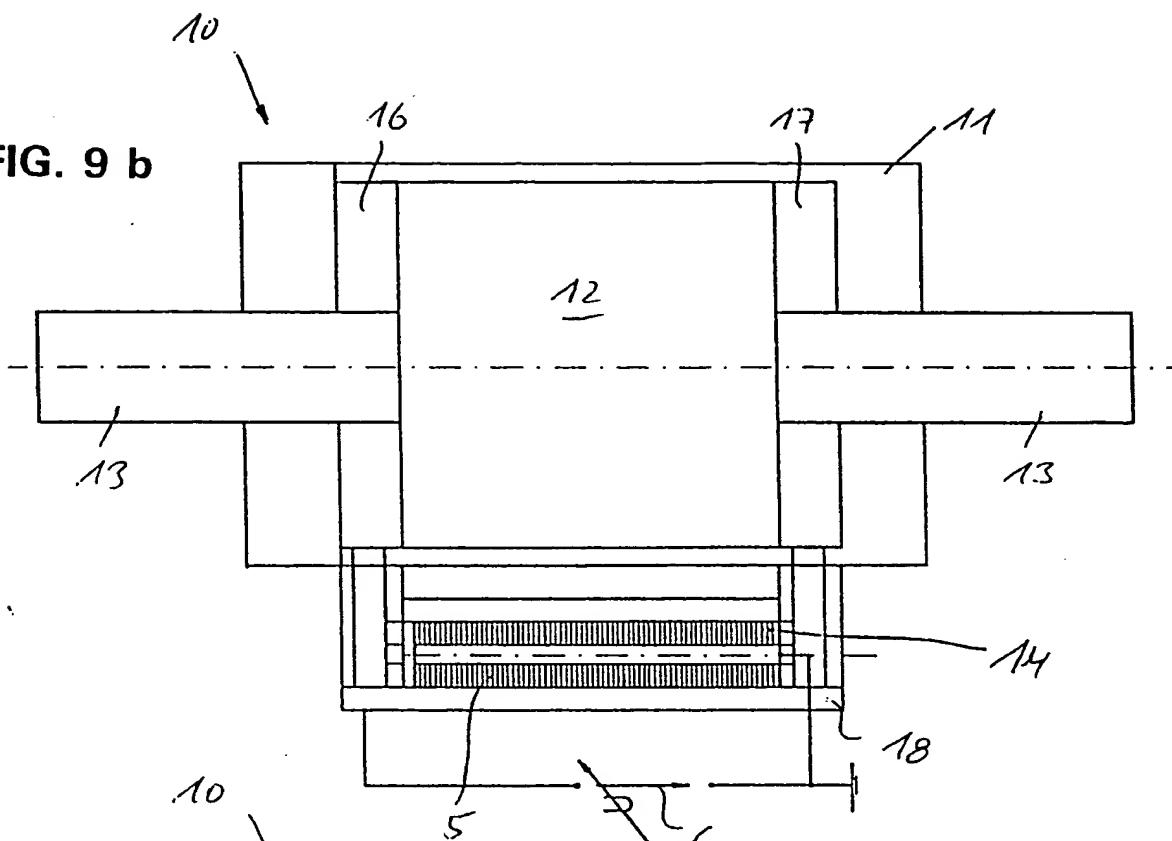


FIG. 9 a

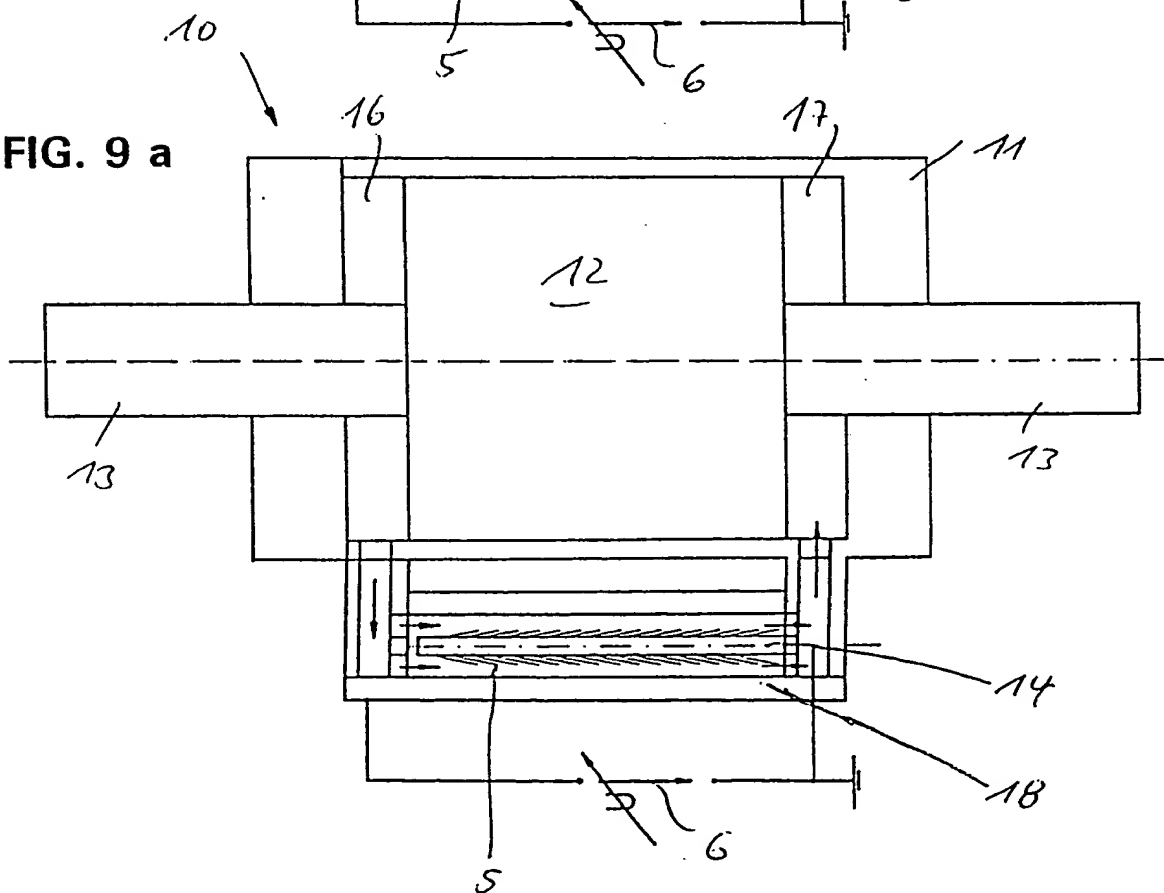


FIG. 10 b

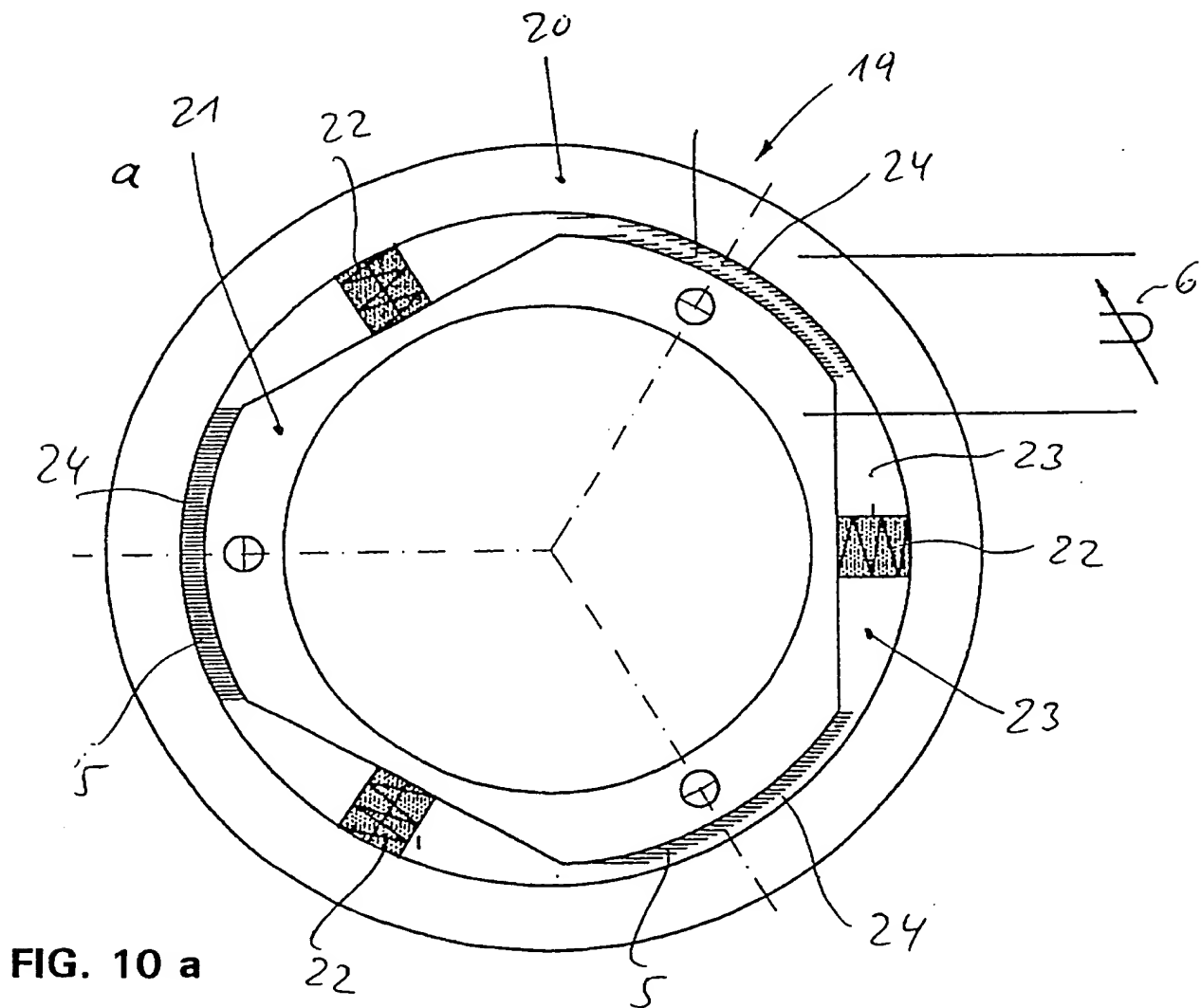
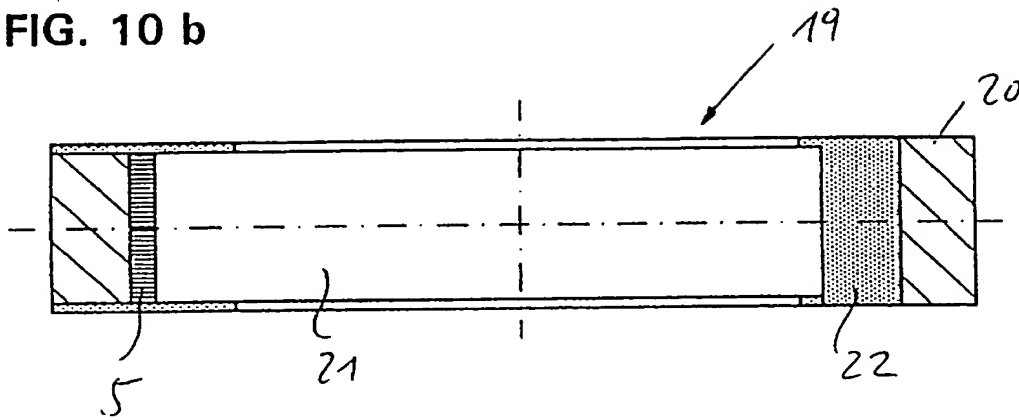


FIG. 10 a

FIG. 11 b

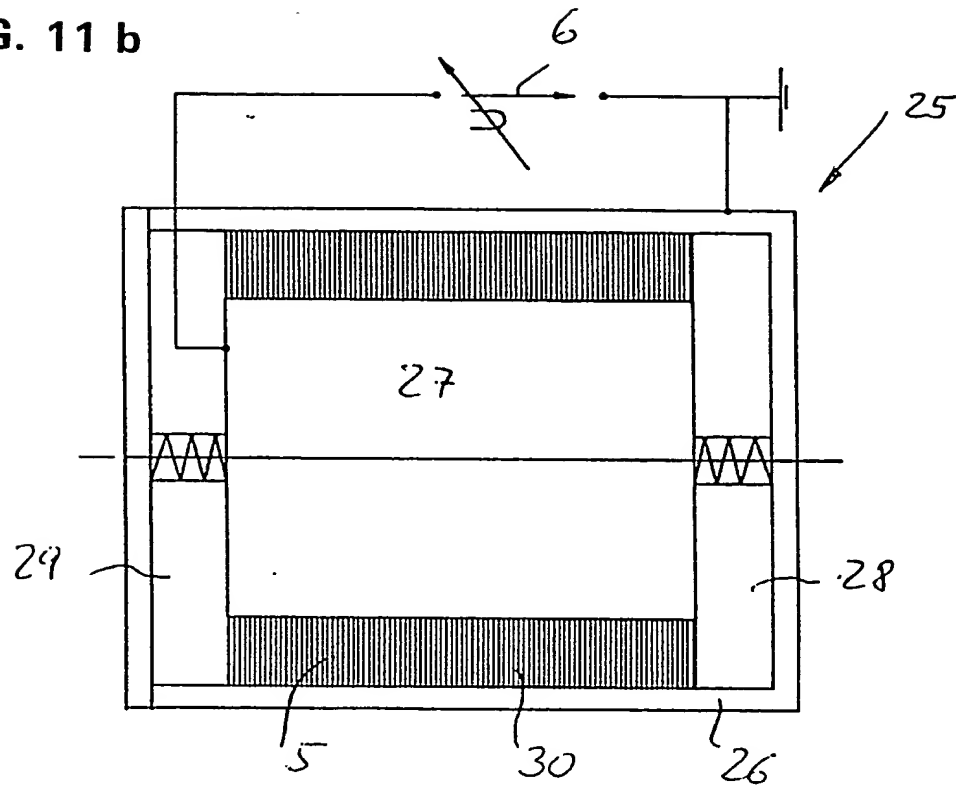


FIG. 11 a

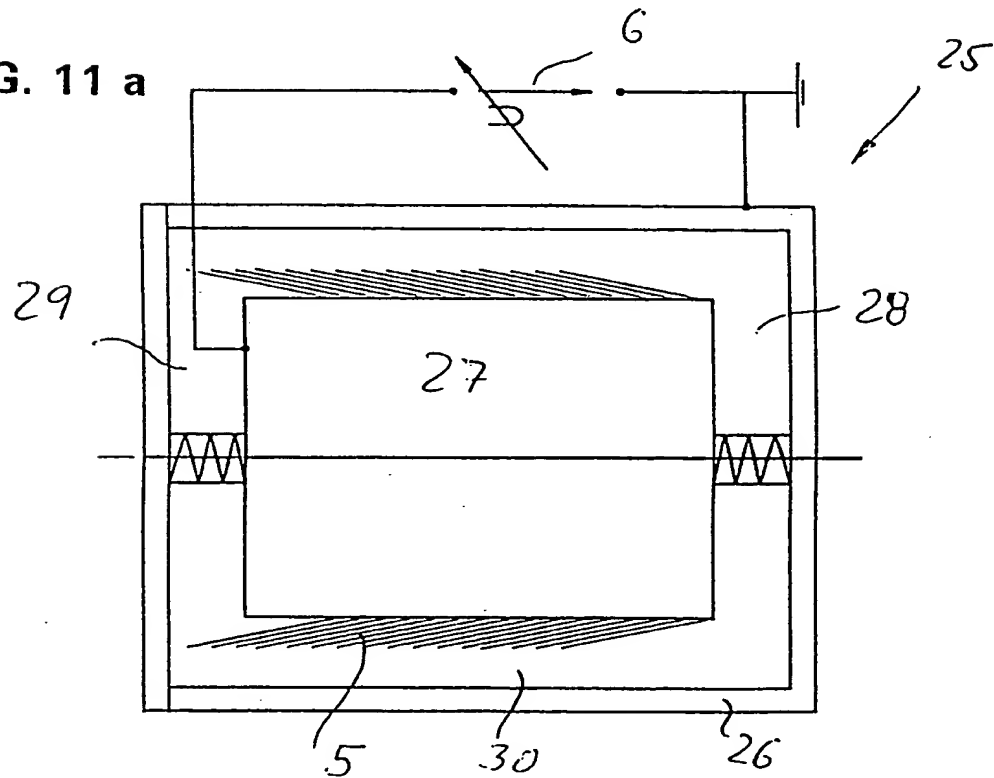


FIG. 12 b

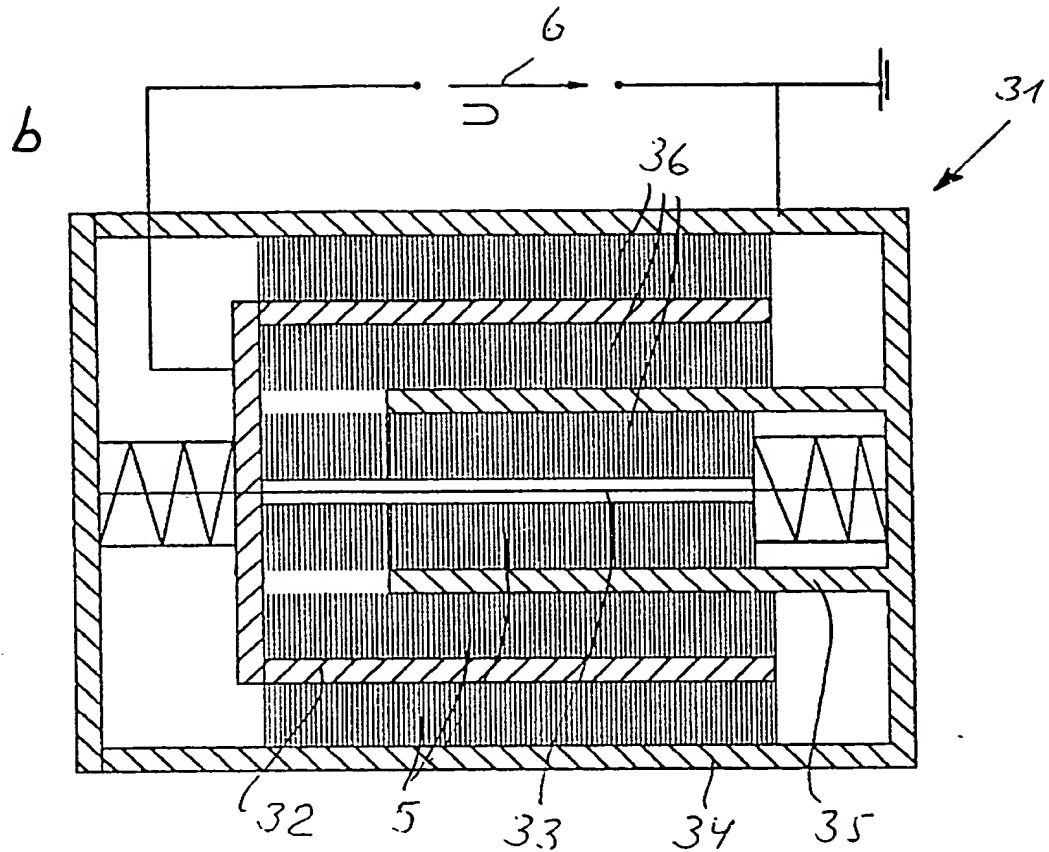


FIG. 12 a

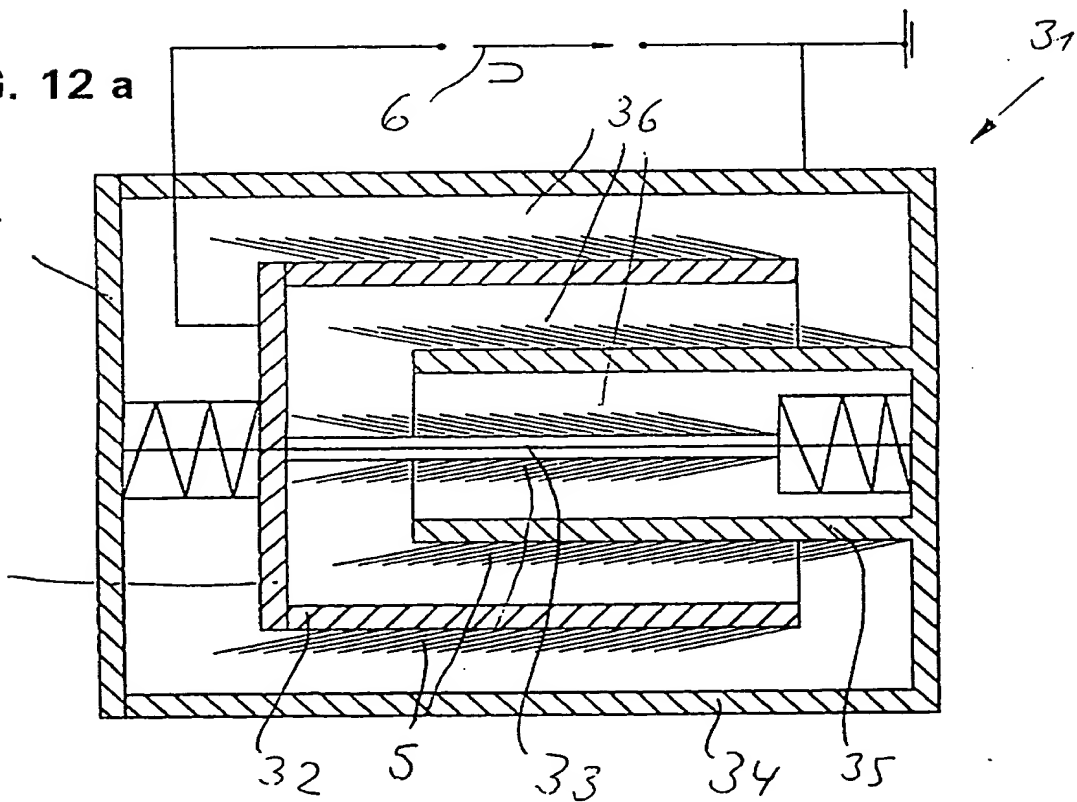


FIG. 13 b

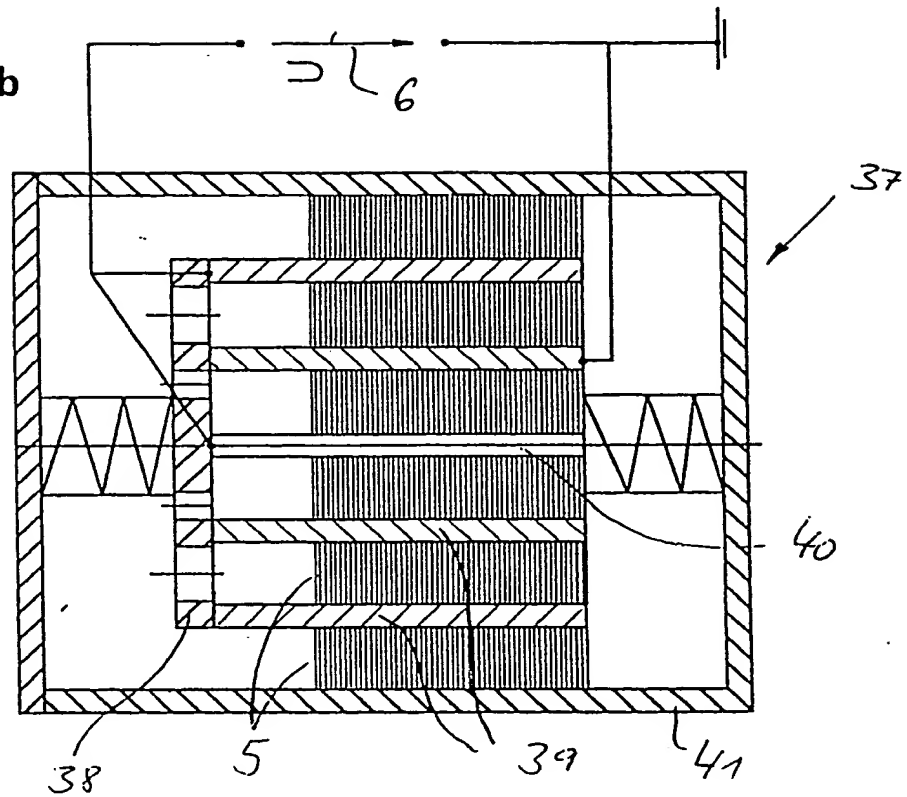


FIG. 13 a

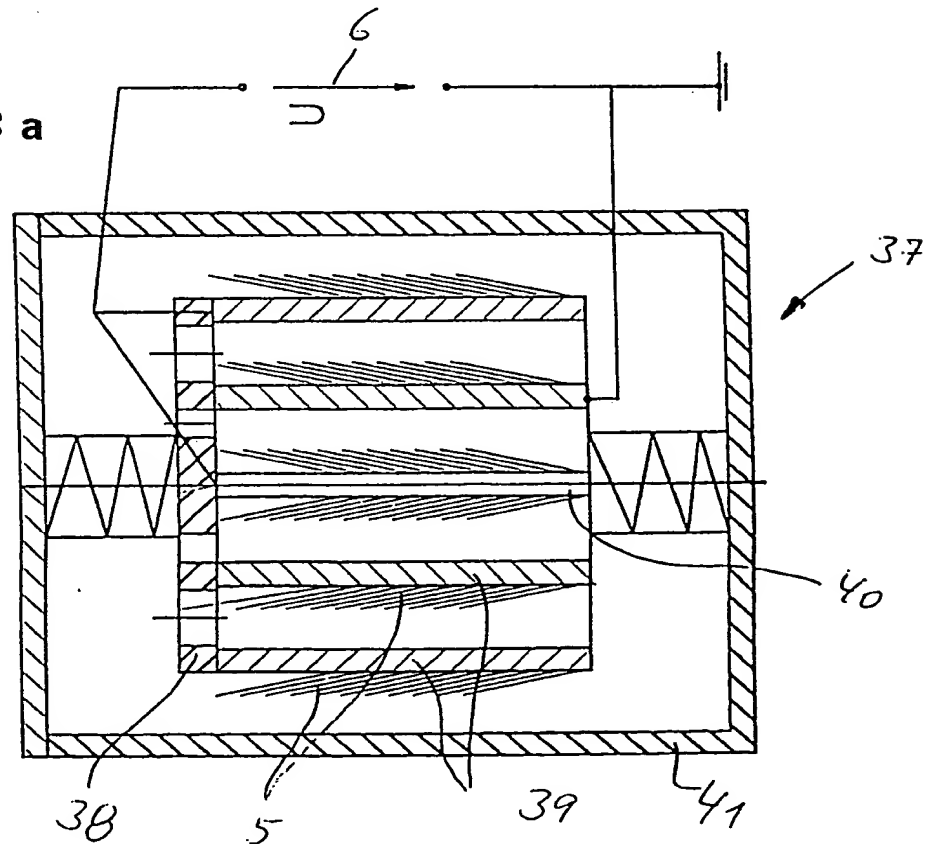


FIG. 14 a

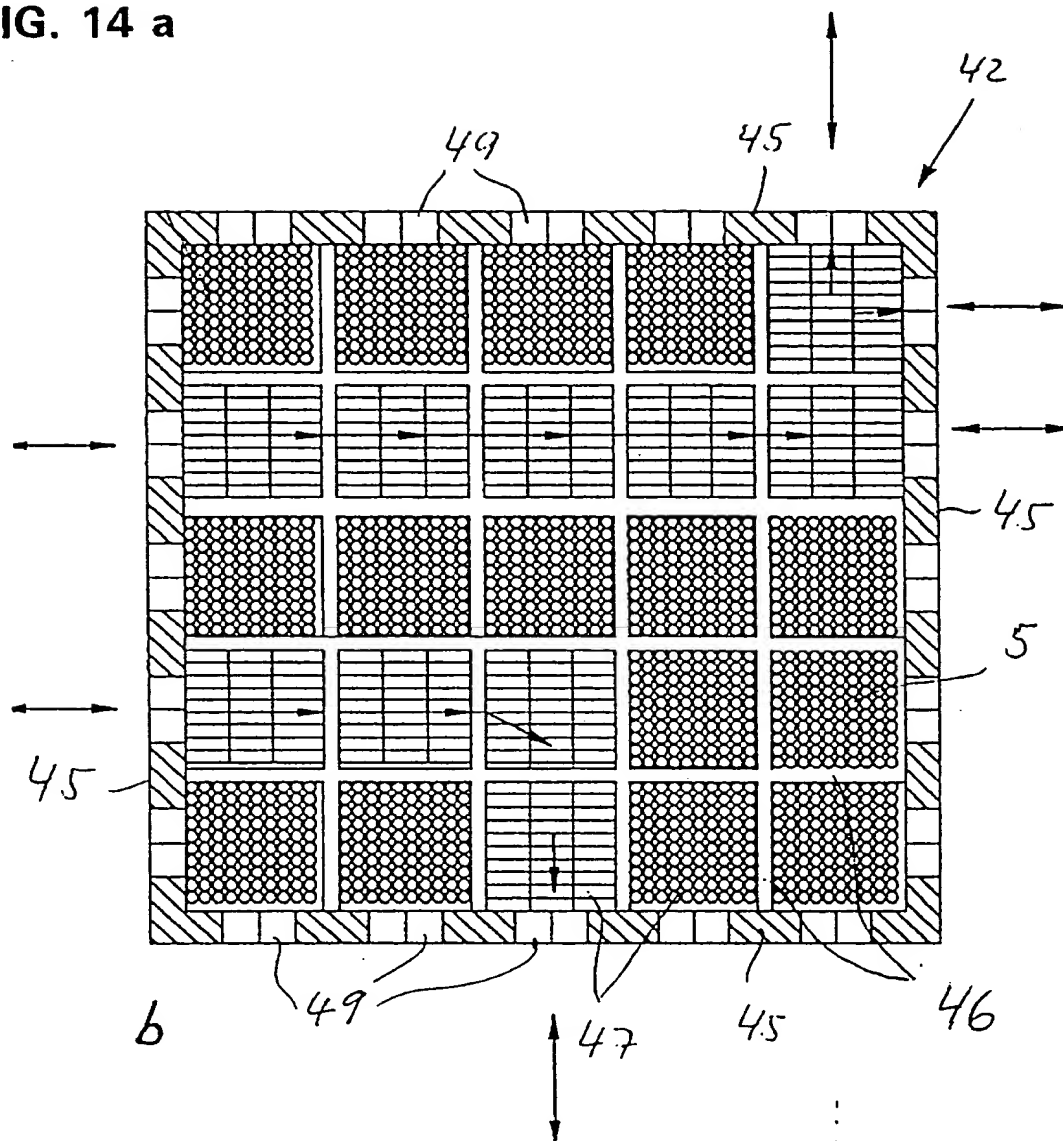


FIG. 14 b

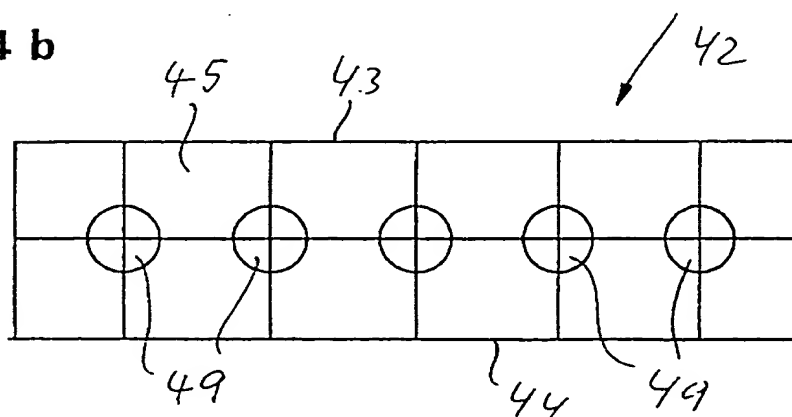


FIG. 14 c

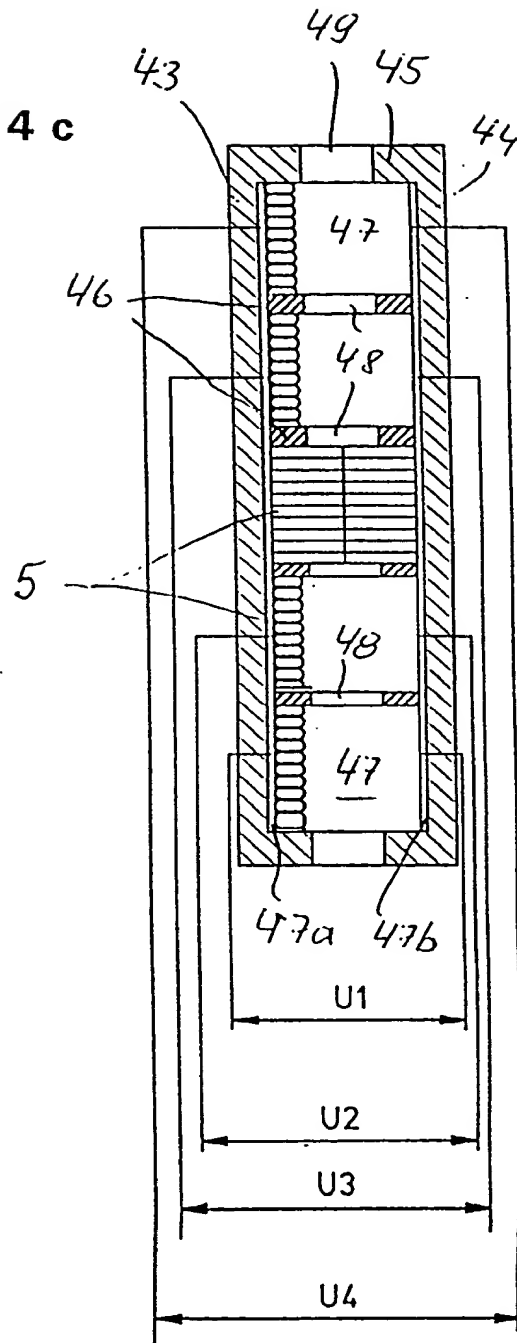


FIG. 16

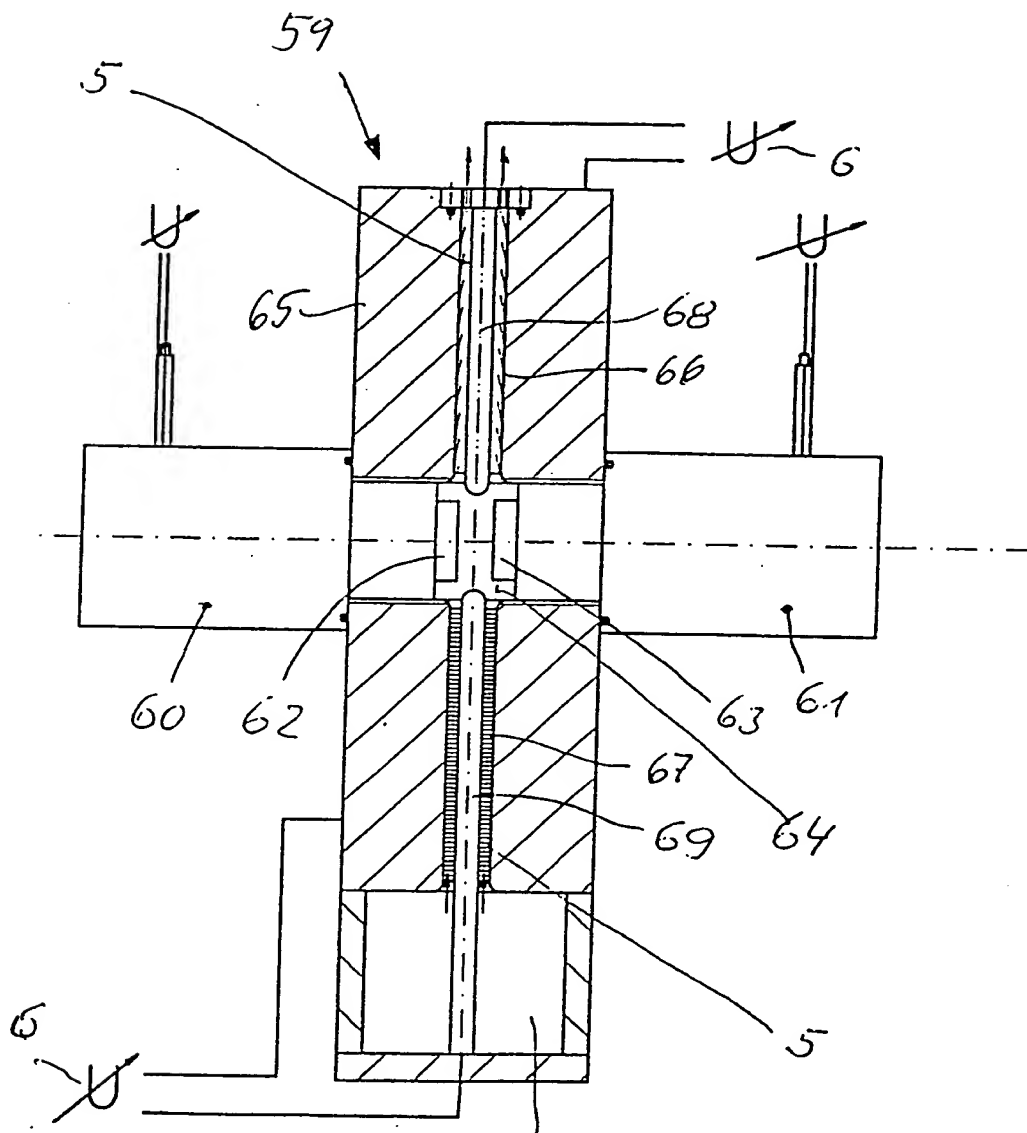


FIG. 17 a

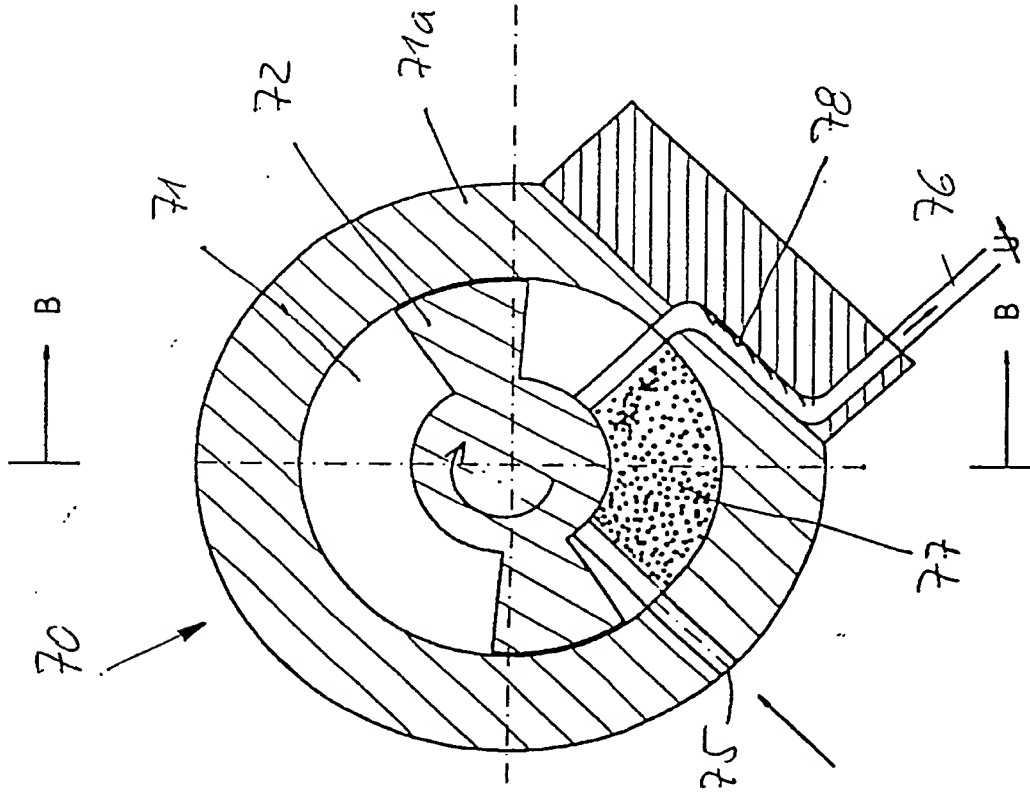


FIG. 17 b

